



**Universidade do Minho**  
Escola de Engenharia

José Avelino Ferreira Teixeira

**Gestão da Produção e Aumento da  
Produtividade em Células de Costura de uma  
Empresa da Indústria Automóvel**

Tese de Mestrado

Mestrado Integrado em Engenharia e Gestão Industrial

Trabalho efetuado sob a orientação do

Prof. Rui M. Lima

Outubro de 2018



## DECLARAÇÃO

Nome: José Avelino Ferreira Teixeira

Endereço eletrónico: [joseiteixeira95@hotmail.com](mailto:joseiteixeira95@hotmail.com)

Telefone: 910775604

Número do Bilhete de Identidade: 14886976

Título da dissertação: Gestão da Produção em Células de Costura

Orientador(es): Rui M. Lima

Ano de conclusão: 2018

Designação do Mestrado: Mestrado Integrado em Engenharia e Gestão Industrial

Nos exemplares das teses de doutoramento ou de mestrado ou de outros trabalhos entregues para prestação de provas públicas nas universidades ou outros estabelecimentos de ensino, e dos quais é obrigatoriamente enviado um exemplar para depósito legal na Biblioteca Nacional e, pelo menos outro para a biblioteca da universidade respetiva, deve constar uma das seguintes declarações:

É AUTORIZADA A REPRODUÇÃO INTEGRAL DESTA DISSERTAÇÃO APENAS PARA EFEITOS DE INVESTIGAÇÃO, MEDIANTE DECLARAÇÃO ESCRITA DO INTERESSADO, QUE A TAL SE COMPROMETE;

Universidade do Minho, \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

Assinatura:



## AGRADECIMENTOS

Tudo o que há não existe só. Assim dedico esta dissertação àqueles com quem partilho o caminho.

Agradeço à Coindu por me ter proporcionado grandes aprendizagens e me ter deixado fazer parte da equipa. A todos aqueles com quem partilhei os meus dias, os meus pensamentos e sentimentos, obrigado. A todas as pessoas que empreendem as suas energias na criação de valor, obrigado pelo vosso esforço.

Ao Carvalho e ao Moura, agradeço os vossos ensinamentos diários e o vosso exemplo de que tudo é possível no limite da nossa criatividade. À Cidália, obrigado pela sua humanidade.

Agradeço à Universidade do Minho pelos “anos de viagem entre a água e o acontecer”, pelo ensinamento que “é no vento a nossa casa” e pelas eternas “mil asas numa asa/ da canção a partilhar”. Ao meu orientador Professor Rui Lima, obrigado pela sua orientação e partilha de conhecimento.

À minha família, obrigado pelo vosso carinho. Aos meus avós, obrigado pelos vossos testemunhos de vida, pela vossa fé e pelos vossos ensinamentos de paz.

Aos meus pais, obrigado pelo vosso amor, pela educação que me proporcionaram e pelo esforço para que eu crescesse num ambiente de conforto e tranquilidade. Ficarei eternamente grato pela oportunidade que me deste de viver e de crescer numa família onde abunda o amor.

Ao Toni, obrigado por viajares comigo desde o dia em que nasceste, obrigado pelas nossas brincadeiras e descobertas. Obrigado pela nossa confiança e união.

À Rita, obrigado pelo teu amor. Obrigado por não me deixares cair nos momentos de angústia e por me fazeres mais feliz a cada dia que passa. O meu coração a ti pertence.

“Senhor, fazei de mim um instrumento da Vossa paz; onde houver ódio, que eu leve o Amor; onde houver ofensa, que eu leve o Perdão; onde houver discórdia, que eu leve a União; onde houver dúvida, que eu leve a Fé; onde houver erro, que eu leve a Verdade; onde houver desespero, que eu leve a Esperança; onde houver tristeza, que eu leve a Alegria; onde houver trevas, que eu leve a Luz.”





## RESUMO

O presente projeto de dissertação foi realizado no âmbito do curso de Mestrado Integrado em Engenharia e Gestão Industrial e desenvolvido em ambiente industrial numa empresa produtora de capas de assentos para automóveis. O foco da dissertação foi a gestão de células de costura, quer ao nível das operações realizadas nas células, quer ao nível do planeamento da produção das mesmas.

O projeto foi desenvolvido com numa metodologia de *Action Research* em que se diagnosticaram problemas e planearam-se e implementaram-se ações que visassem a sua redução ou eliminação.

Inicialmente, efetuou-se uma revisão bibliográfica acerca de temas relacionados como a filosofia de produção *Lean* e reviram-se diferentes tipos de sistemas de produção, bem como as diferentes funções do planeamento e controlo da produção, por fim, conceitos relacionados com células de produção.

Seguidamente, foi realizada uma apresentação da empresa, onde se enquadra a mesma numa *supply chain* automóvel, detalha-se o processo de produção das capas de assento e apresentam-se os sistemas de informação da empresa. Posteriormente, efetuou-se uma análise ao estado atual da gestão de células de costura, onde se analisou o processo de planeamento de produção e aspetos relacionados com o escalonamento dos trabalhos a executar nas células. Identificaram-se desperdícios gerados, principalmente, por ineficiências ao nível dos fluxos de informação e também por problemas relacionados com o balanceamento das operações nas células.

Após a identificação dos problemas, elaboraram-se propostas para a redução ou eliminação dos mesmos. Desse modo, foi implementado um sistema para redução do tempo de um setup que ocorre em grande parte das células da empresa, implementou-se um novo balanceamento das operações em uma célula e criou-se uma ferramenta informática para a criação de programas detalhados de produção.

Com estas implementações verificou-se uma redução do tempo de setup de uma operação de cerca de 94% e um aumento de produtividade na célula onde foi implementado o novo balanceamento de cerca de 35%. Para além disto, a empresa passou a possuir uma ferramenta para criação de sequências de produção nas várias células produtivas, sendo por isso um ponto essencial para a melhoria dos processos de logística interna.

## PALAVRAS-CHAVE

Produção *Lean*, SMED, Balanceamento de Células de Costura, Escalonamento





## **ABSTRACT**

This dissertation project was made in accordance with the Integrated Master's in Industrial Management and Engineering and it was developed in industrial environment in a car seats upholstery factory. The focus of this dissertation was sewing cells management, at operation and production planning levels.

The project was developed with the Action Research methodology in which problems were detected and improvement actions were implemented to reduce or even eliminate the stated problems.

Initially, a bibliographic revision was made, where the Lean Production was explained. Also, different types of production systems and the different functions of Production Planning and Control were reviewed. Lastly, some concepts related to the production cells theme were presented.

Then, a company presentation was made, also the supply chain in which the company is included was presented, as well as the process of car seats upholstery production. After that, the actual state of the process of production cells management was evaluated, specifically, the process of production planning and aspects concerning with production scheduling. The wastes created by information flow inefficiencies and production cells operations levelling were identified.

After problem identification, improvement proposals were elaborated to reduce or even eliminate the problems. That way, a system was implemented to reduce setup time of an operation that occurs in the most part of company's cells. A new cell operations scheme was implemented, and an informatic framework created to devise production scheduled plans.

By implementing the stated improvements, a reduction of 94% in the setup time was achieved as well as an improvement of 35% in the productivity of the cell in which the new operations scheme was implemented. Moreover, the company got a new software to create production scheduled plans that is a crucial aspect to improve internal logistics processes.

## **KEYWORDS**

Lean Production, SMED, Sewing Cells Operations Levelling, Production Scheduling







## ÍNDICE

Agradecimentos.....	iii
Resumo.....	v
Abstract.....	vii
Índice.....	ix
Índice de Figuras.....	xiii
Índice de Tabelas .....	xv
Lista de Abreviaturas, Siglas e Acrónimos .....	xvii
1. Introdução .....	1
1.1 Enquadramento .....	1
1.2 Objetivo .....	3
1.3 Metodologia de Investigação.....	3
1.4 Estrutura da dissertação.....	4
2. Revisão Bibliográfica .....	7
2.1 Introdução ao Lean Production (LP).....	7
2.1.1 Toyota Production System (TPS) .....	7
2.1.2 Princípios da Produção Lean.....	9
2.1.3 O conceito de desperdício na Produção Lean .....	10
2.1.4 <i>Single Minute Exchange of Die – SMED</i> .....	12
2.1.5 Indicadores de desempenho (KPI's) de maior relevo na Produção Lean.....	13
2.2 OEE – Overall Equipment Effectiveness.....	15
2.3 Planeamento e Controlo da Produção – Gestão e Controlo.....	17
2.3.1 Sequenciamento de trabalhos.....	19
2.3.2 Sistemas de Informação .....	21
2.4 Sistemas de produção orientados ao produto.....	22
2.5 Células de Produção .....	23
2.5.1 Balanceamento de Células de Produção .....	24
2.5.2 Modos Operatórios de Células de Produção .....	25
3. Contexto de Estudo.....	27



3.1	Coindu – Apresentação .....	27
3.2	Supply Chain.....	27
3.3	Principais matérias primas e exemplo de produto acabado .....	29
3.4	Processo de produção .....	30
3.4.1	Armazém de Matérias Primas (AMP) .....	30
3.4.2	Corte de <i>Lectras</i> .....	32
3.4.3	Corte de Couro .....	32
3.4.4	Preparação.....	32
3.4.5	Costura .....	32
3.4.6	Revista .....	33
3.4.7	Expedição.....	33
3.5	Sistemas de informação para a produção utilizados .....	33
4.	Apresentação do Estado Atual da Secção de Costura.....	35
4.1	Planeamento da Produção.....	35
4.2	Escalonamento da Produção .....	40
4.3	Identificação dos 7 desperdícios .....	40
4.4	Estudo de tempos .....	41
5.	Propostas de Melhoria .....	47
5.1	Melhorias na célula 46J1E02D .....	47
5.1.1	Redução do tempo de Setup num posto de trabalho.....	47
5.1.2	Alteração do balanceamento.....	48
5.1.3	Novo Fluxo de Materiais Intracelular.....	49
5.2	Melhorias no Escalonamento da Produção.....	50
5.2.1	Programa para Escalonamento da Produção.....	50
5.2.2	Medidas Para Melhoria dos Resultados da Programação da Produção.....	56
6.	Análise de Resultados Obtidos.....	59
6.1	Melhorias na Célula 46J1E02A.....	59
6.1.1	Redução do tempo de setup de um posto de trabalho .....	59
6.1.2	Melhoria do Balanceamento da Célula 46J1E02A .....	59



6.2	Melhorias esperadas com a implementação do <i>Software</i> de escalonamento da produção...	61
7.	Conclusões e Trabalho Futuro .....	65
7.1	Conclusões .....	65
7.2	Trabalho Futuro .....	66
	Referências Bibliográficas .....	69
	Anexo I – Proposta de Balanceamento ETDs Bs Para 5 Colaboradores .....	71
	Anexo II – Plano de Produção AB3 Stoff (AF e EF) – Semana 08 .....	72
	Anexo III – Cálculo de indicadores do plano de produção antigo .....	73
	Anexo IV – Plano de Produção Obtido com Programa de Planeamento AB3 Stoff (AF) – Semana 08..	74
	Anexo V – Cálculo de indicadores do plano de produção proposto .....	75





## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Casa TPS. Fonte: (J. K. Licker & Meier, 2004) .....	8
Figura 2 - Exemplo de <i>MURA</i> , <i>MURI</i> e <i>MUDA</i> . .....	10
Figura 3 - Os 3 tipos de medição de performance. Fonte: (Parmenter, 2007). .....	14
Figura 4 – As seis grandes perdas. Fonte: (Marcello Braglia, Marco Frosolini, 2007). .....	16
Figura 5 – Estrutura de perdas alternativa. Fonte: (Marcello Braglia, Marco Frosolini, 2007) .....	17
Figura 6 – Planeamento e Controlo da Produção segundo Vollmann (1992). .....	19
Figura 7 – Notação da cardinalidade e ordinalidade. Fonte: (Hitchman, 2002). .....	22
Figura 8 – Configuração genérica de SPOF e SPOP. Fonte: (Carmo-Silva, 2011).....	22
Figura 9 – Caracterização dos 3 tipos de sistemas de produção quanto à variedade e quantidade de artigos. Fonte: (Carmo-Silva, 2011).....	23
Figura 10 – Sede da Coindu – Joane. ....	27
Figura 11 – Visão esquemática de um excerto da <i>Supply Chain</i> da Coindu.....	28
Figura 12 – Nomenclatura de capas de estofos automóveis. ....	30
Figura 13 – VSM simplificado da Coindu.....	31
Figura 14 – Integração entre os <i>softwares</i> SAP e SIAP. ....	33
Figura 15 – Modelação do processo de criação de um plano de produção.....	36
Figura 16 – Excerto do Plano de Produção Semanal do modelo AB3 Stoff. ....	37
Figura 17 - Perfil de recursos da célula 44J1E03C na semana 8 de 2018. ....	38
Figura 18 - Perfil de recursos da célula 44J1E05A na semana 8 de 2018. ....	39
Figura 19 - Perfil de recursos da célula 44J1E05C na semana 8 de 2018. ....	39
Figura 20 - Esquema de montagem do ETD BS.....	42
Figura 21 - Comparação entre o TC de cada posto e o TC ótimo. ....	43
Figura 22 – Fluxo de materiais intracelular na célula 46J1E02A. ....	44
Figura 23 – Dispositivo implementado para redução do tempo de setup.....	48
Figura 24 - Balanceamento implementado na célula 46J1E02A. ....	49
Figura 25 – Novo fluxo de materiais na célula 46J1E02A. ....	50
Figura 26 – Menu Inicial do <i>software</i> de escalonamento. ....	51
Figura 27 – Diagrama Entidades Relacionamento para a Base de Dados de Planeamento. ....	52
Figura 28 – Efeito do parâmetro Período de Agregação no <i>software</i> de escalonamento.....	53
Figura 29 – Exemplo de formulário de consulta e reordenação de OFs. ....	55



Figura 30 – Formulário de transferência de Ordens de Fabrico.....	55
Figura 31 – Plano de Produção da célula 44J1E05A. ....	56
Figura 32 - Perfil de recursos da célula 44J1E03C, obtido através no novo plano de produção. ....	57
Figura 33 - Perfil de recursos da célula 44J1E05A, obtido através no novo plano de produção.....	58
Figura 34 - Perfil de recursos da célula 44J1E05C, obtido através no novo plano de produção. ....	58
Figura 35 - Comparação entre o Balanceamento Inicial e Proposto na Célula 46J1E02A. ....	60
Figura 36 – Evolução da média de produção por turno da célula em estudo.....	61
Figura 37 – <i>Future State</i> VSM.....	62



## ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Definição dos 7 desperdícios de acordo com a literatura. ....	11
Tabela 2 – Principais clientes e fornecedores da Coindu. ....	29
Tabela 3 – Dados para análise da carga pelo método do perfil de recursos. ....	38
Tabela 4 - Resultado do Estudo de Tempos para o ETD BS. ....	42
Tabela 5 – Operações de colocação de TNTs Vs. diâmetro dos TNTs.....	44
Tabela 6 – Descrição das operações de setup.....	45
Tabela 7 – Ganho com a utilização do SMED para redução do tempo de Setup de troca de calhas. ...	59
Tabela 8 – Ganhos previstos em número de peças, devido à melhoria do balanceamento celular. ....	60







## **Lista de Abreviaturas, Siglas e Acrónimos**

DMAIC - Define

EDD - Earliest Due Date

ERP - Enterprise Resources Planning

ETD - Encosto Traseiro Direito Basis

FIFO - First In First Out

Fmed - Tempo Médio de percurso de Fabrico

JIT - Just In Time

KPI - Key Performance Indicator

OEE - Overall Equipment Effectiveness

PCP - Planeamento e Controlo da Produção

PDCA - Plan Do Check Act

SAP - Systems

SMED - Single Minute Exchange of Die

SPT - Short Processing Time

TC - Tempo de Ciclo

TNT - Tecido Não Tecido

TPS - Toyota Production System

TT - Takt Time

VSM - Value Stream Mapping



## 1. INTRODUÇÃO

Neste capítulo introduz-se o tema da dissertação com um breve enquadramento seguido dos principais objetivos da dissertação. Apresenta-se também a metodologia de investigação utilizada e por fim a estrutura da dissertação.

### 1.1 Enquadramento

Caminhava-se para o final do século XX, quando em 1988, de uma parceria entre dois portugueses e um alemão resulta a Coindu, SA dedicada à fabricação de componentes automóveis em couro. Em 1992 inicia-se a produção de capas de assentos, atual *core business* do grupo com sede em Joane, Vila Nova de Famalicão. O grupo conta, ainda, com unidades industriais a operar em Portugal, Roménia, México e Alemanha e emprega mais de 4.000 colaboradores em todo o mundo, sendo que cerca de 2.000 estão alocados às instalações de Joane, demonstrando o interesse estratégico que a empresa representa para a região.

Aquando da sua génese, a Coindu atuava como fornecedor secundário (*Tier 2*) ou terciário (*Tier 3*) sendo que o seu principal cliente era a Lear Corporation que por sua vez abastecia fabricantes como a Volvo, Mercedes, Volkswagen (VW). Com passar dos anos, proporcionou-se o crescimento da empresa que atingiu o patamar de fornecedor primário (*Tier 1*) da Audi, BMW, VW, entre outros, o que retrata o rigor, a excelência e a constante busca da perfeição, por parte da organização.

No ano de 2016 foram vendidos mais de 78 milhões de veículos em todo o mundo. Nesse mesmo ano a COINDU produziu capas de assentos para cerca de 1.5 milhões de carros, mais 200 mil carros que no ano de 2015, e mais 900 mil carros que em 2011. De modo a fazer face ao cenário relatado, a Coindu tem vindo a implementar uma filosofia de produção desenvolvida pela Toyota durante o período pós Segunda Guerra Mundial, o *Toyota Production System* (TPS), introduzido como *Lean Production* no mundo ocidental (Womack, J. P.; Jones, D. T.; Roos, 1990).

O TPS assenta em dois pilares: o *just in time* - que visa a entrega do produto que o cliente quer, na data, quantidade e qualidade desejadas -, e o *jidoka* que significa automação de processos de controlo. Shingeo Shingo, em *A Study of Toyota Production System from an Industrial Engineering Viewpoint* (1989) realça que muitas empresas falham na implementação das metodologias do TPS devido ao elevado desperdício que existe no seu sistema produtivo, daí a redução deste ser considerada fundamental para a melhoria da eficiência das organizações.



Relembrando Taichi Ohno (1988), é de salientar a importância da redução dos desperdícios na cadeia produtiva, de modo a atingir um melhor estado de eficiência operacional. O autor, refere que 7 tipos de desperdícios - sobreprodução, esperas, movimentações de pessoas, defeitos, inventário, sobreprocessamento e transportes -, são responsáveis pela degradação da produtividade e devem ser eliminados totalmente. De modo a suportar a melhoria contínua de processos, têm sido adotadas, pelas empresas, metodologias como os ciclos DMAIC (*Define, Measure, Analyse, Improve, Control*) (De Mast & Lokkerbol, 2012) que através das suas etapas auxiliam a estruturação e resolução de problemas, levando a melhorias nas organizações.

É fundamental para as organizações medirem o seu desempenho com o intuito de visualizar o nível de desperdício que existe no seu sistema produtivo e assim partir para a melhoria. Esta medição deve ser constante e adaptada à realidade da organização através da correta definição de indicadores de desempenho (KPI's). Contudo, recorrentemente, o potencial de muitas empresas não é aproveitado devido à não integração de medidas de desempenho adequadas (Gunasekaran, Patel, & McGaughey, 2004).

Derivado do crescimento rápido da Coindu, existe a necessidade de monitorizar a capacidade necessária para a execução dos planos de produção, de modo a não incorrer em atrasos nas entregas. Já do ponto de vista do Controlo da Produção, pretende-se averiguar o estado atual do processo de libertação de ordens de fabrico para o *shop floor*, bem como criar sistemas de monitorização da produção.

É então indissociável a relação entre a produção *Lean* e os objetivos estratégicos e operacionais da Coindu, dado que estes consistem na melhoria contínua dos seus processos e no estabelecimento de relações fortes de confiança com clientes e fornecedores. A implementação de práticas *Lean* deve ser cuidadosa e sustentada, sendo que existem modelos que podem guiar a sua implementação (Hodge, Goforth Ross, Joines, & Thoney, 2011). A integração entre conceitos e técnicas de controlo da produção e a melhoria *Lean* de processos através da redução de desperdícios, deve ser tomada em consideração de modo a alcançar uma melhoria efetiva e consistente da eficiência das células em estudo. Dado o elevado número de células de costura a operar na empresa, o conhecimento gerado deve ser guardado de forma genérica, de modo a permitir uma fácil aplicação noutras células.

Assim, o projeto a desenvolver tem como objetivo a melhoria da eficiência global de células de costura, na Coindu, através da implementação da filosofia de produção *Lean*. O aumento da eficiência passa pela identificação e implementação de oportunidades de melhoria quer ao nível do planeamento da produção das células, quer ao nível operativo das mesmas e deve ser suportado por indicadores de desempenho que retratem o estado das células em estudo.



## 1.2 Objetivo

Tendo em conta o enquadramento anterior, o objetivo do projeto consiste em analisar a performance de células de costura tendo como foco a identificação de oportunidades de melhoria, quer do ponto de vista operacional, quer do ponto de vista da gestão e posterior implementação das mesmas.

Ao nível operacional, pretende-se reduzir desperdícios num contexto *Lean*, implementar rotinas *Kaizen* e utilizar indicadores de desempenho, como a produtividade e o OEE para monitorizar o desempenho do sistema. Já ao nível do planeamento e controlo de produção, pretende-se melhorar a tomada de decisão ao nível da sequenciação de trabalhos em células de costura, de modo a responder aos pedidos dos clientes nas quantidades e tempos corretos, promovendo uma produtividade elevada e um reduzido tempo de atravessamento na secção. Pretende-se ainda criar ferramentas de monitorização da produção de modo a possibilitar o acompanhamento em tempo real da execução de um plano e, desse modo, permitir a tomada de decisões atempadamente.

## 1.3 Metodologia de Investigação

De modo a alcançar os objetivos enunciados, que referem a avaliação e diagnóstico do estado atual e a proposta e implementação de melhorias num sistema produtivo, o projeto será realizado num horizonte temporal longitudinal de 9 meses, nos quais se pretende utilizar uma filosofia positivista e uma abordagem indutiva, devido ao elevado contacto com o sistema em estudo, permitindo um profundo conhecimento do mesmo. Assim, é possível que o investigador possa adaptar a ênfase do estudo ao longo que a investigação decorre. A estratégia de investigação adotada é a Investigação-ação (*Action Research*), pois esta visa a resolução de problemas e o levantamento de conclusões através do envolvimento do investigador na organização (Westbrook, 1995).

Nesta estratégia, o investigador está particularmente ligado ao desenvolvimento de melhorias através da aplicação de conhecimento previamente adquirido. Segundo Saunders, Lewis, & Thornhill (2009) as vantagens associadas à *Action Research* são a tónica que é colocada nas ações de melhoria, a ênfase atribuída ao diagnóstico, planeamento, ação e controlo das melhorias e o envolvimento do investigador e dos colaboradores ao longo do processo. No contexto desta estratégia, o projeto encontra-se dividido em 8 fases.

1ª Fase: Revisão da literatura e criação de uma revisão bibliográfica - Numa fase inicial pretende-se efetuar uma revisão da literatura, de modo a que seja criado um suporte para a execução das seguintes atividades do projeto.



2ª Fase: Diagnóstico do estado atual do sistema - A segunda fase consiste na determinação de KPI's, fluxos de informação e de materiais da empresa.

3ª Fase: Estudo do balanceamento de células de costura - Numa fase posterior, pretende-se estudar os balanceamentos das células de costura em estudo.

4ª Fase: Estudo das atividades de gestão da produção - Na quarta fase, pretende-se analisar os fluxos de informação que culminam na libertação de ordens de produção, de modo a aumentar o nível de automatização desses processos.

5ª Fase: Criação de mecanismos de monitorização da produção - Posteriormente, na quinta fase, tem-se como objetivo desenvolver mecanismos de monitorização que permitam auxiliar o processo de controlo da produção.

6ª Fase: Implementação das propostas de melhoria - A sexta fase passa pela implementação de ferramentas e melhorias propostas, com uma constante avaliação do sucesso das mesmas.

7ª Fase: Avaliação dos resultados obtidos - Por fim, avaliar-se-ão os resultados obtidos, de modo a aferir a qualidade e sustentabilidade das propostas implementadas e serão propostos temas para futura investigação.

8ª Fase: Redação da dissertação – Finalmente, a redação da revisão será realizada ao longo de vários meses.

## **1.4 Estrutura da dissertação**

A presente dissertação encontra-se dividida em 7 capítulos, iniciando-se com um capítulo introdutório, no qual se enquadra a dissertação, se esclarecem os objetivos e a metodologia de investigação utilizada e enumera-se a estrutura da dissertação.

No segundo capítulo é efetuada uma revisão bibliográfica, onde se abordam temas atuais da engenharia industrial, como a filosofia de produção *Lean*, temáticas dos processos de planeamento e controlo da produção, diferentes tipos de sistemas produtivos, com especial enfoque nas células de produção.

Seguidamente, no capítulo 3 é apresentada a empresa onde se efetuou a dissertação. Apresenta-se a sua localização na *Supply Chain*, os seus produtos e matérias primas, os seus processos e os seus sistemas de informação. O capítulo pretende não só dar a conhecer a empresa, mas também efetuar um primeiro levantamento de problemas ao nível estratégico.

O quarto capítulo apresenta em detalhe o estado de um dos processos da empresa, nomeadamente o processo de costura. No capítulo é apresentada uma *overview* do processo e detalham-se aspetos do planeamento e controlo da costura, e levantam-se problemáticas ao nível das células de costura.

O capítulo 5 visa a apresentação de propostas de melhoria que visam a eliminação dos problemas apresentados nos capítulos precedentes.



Ao longo do sexto capítulo são analisados os resultados obtidos e/ou esperados com a implementação das propostas de melhoria apresentadas no capítulo 5.

Por fim, o sétimo capítulo apresenta uma conclusão da dissertação e apresenta oportunidades de desenvolvimentos futuros criadas pela presente dissertação.





## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Este capítulo apresenta a revisão bibliográfica na qual se fundamenta a dissertação. Assim, inicia-se com a apresentação da filosofia de produção *Lean*. Seguidamente apresenta-se uma solução de medição da eficiência e eficácia, aplicada ao conceito de produção em células. De seguida é apresentada a função do planeamento e controlo da produção e diferentes tipos de sistemas produtivos. Por fim é revisto o conceito de células de produção.

### 2.1 Introdução ao Lean Production (LP)

A filosofia de produção *Lean* evoluiu de uma filosofia de produção criada no Japão pela Toyota, conhecida como *Toyota Production System* (TPS). O TPS tem vindo a ser desenvolvido há mais de cinco décadas e permitiu à empresa japonesa, fundada em 1937, tornar-se o maior produtor de automóveis a nível mundial em 2007, corroborando, assim, a validade da filosofia de gestão implementada.

Os excelentes resultados obtidos pela Toyota levaram a que o TPS fosse amplamente replicado em várias empresas de distintos setores. Contudo, tal como refere Spear (1999), a essência do TPS não é visível e sem ela a aplicação dos métodos e ferramentas do TPS não culmina em resultados valiosos nas organizações.

Durante os anos 90, vários investigadores dedicaram os seus esforços à compreensão do TPS. Womack, Jones e Daniel Ross na obra *The machine that changed the world* (1990) denominaram o sistema de *Lean Production* e o termo difundiu-se no mundo ocidental. Mais tarde, os mesmos Womack e Jones (1996) introduzem o termo *Lean Thinking*, na obra com o mesmo nome. Esta última evolução da filosofia é a mais abrangente e envolve não só as operações, mas também a *Supply Chain Management* e o *Customer Service*. Estas evoluções conceptuais têm conduzido a um aumento da aplicação da produção *Lean* no setor dos serviços e saúde, provando mais uma vez a abrangência da filosofia.

#### 2.1.1 Toyota Production System (TPS)

A génese do TPS data da década de 1940, tendo sido os seus primeiros conceitos desenvolvidos por Taichi Ohno e posteriormente por Shingeo Shingo. Segundo Ohno (1988), o foco do sistema consiste na redução de desperdícios na cadeia produtiva, levando a uma melhoria da eficiência global. Esta perspetiva é validada por Shingeo Shingo quando refere que *“only a very few (5 percent) really understand its [TPS] purpose and say: “It’s a system for the absolute elimination of waste.””* (Shingo, 1989).



De modo a sumariar o TPS, Licker (2004) apresenta a filosofia sob a forma de uma casa, conhecida doravante como a casa TPS. Na Figura 1, apresenta-se a casa TPS que tem como objetivos a melhor qualidade e segurança, o menor custo e *Lead Time* e uma melhor moral através da redução dos desperdícios. Na base da casa, Licker coloca aspetos fundamentais da filosofia TPS, como a produção nivelada (*Heijunka*) que pode ser obtida através de processos estáveis e *standard*, com reduzida variabilidade. O autor destaca também a gestão visual, como forma de envolver todos os colaboradores, e a filosofia Toyota que tem como um dos princípios fundamentais, o respeito pelas pessoas.

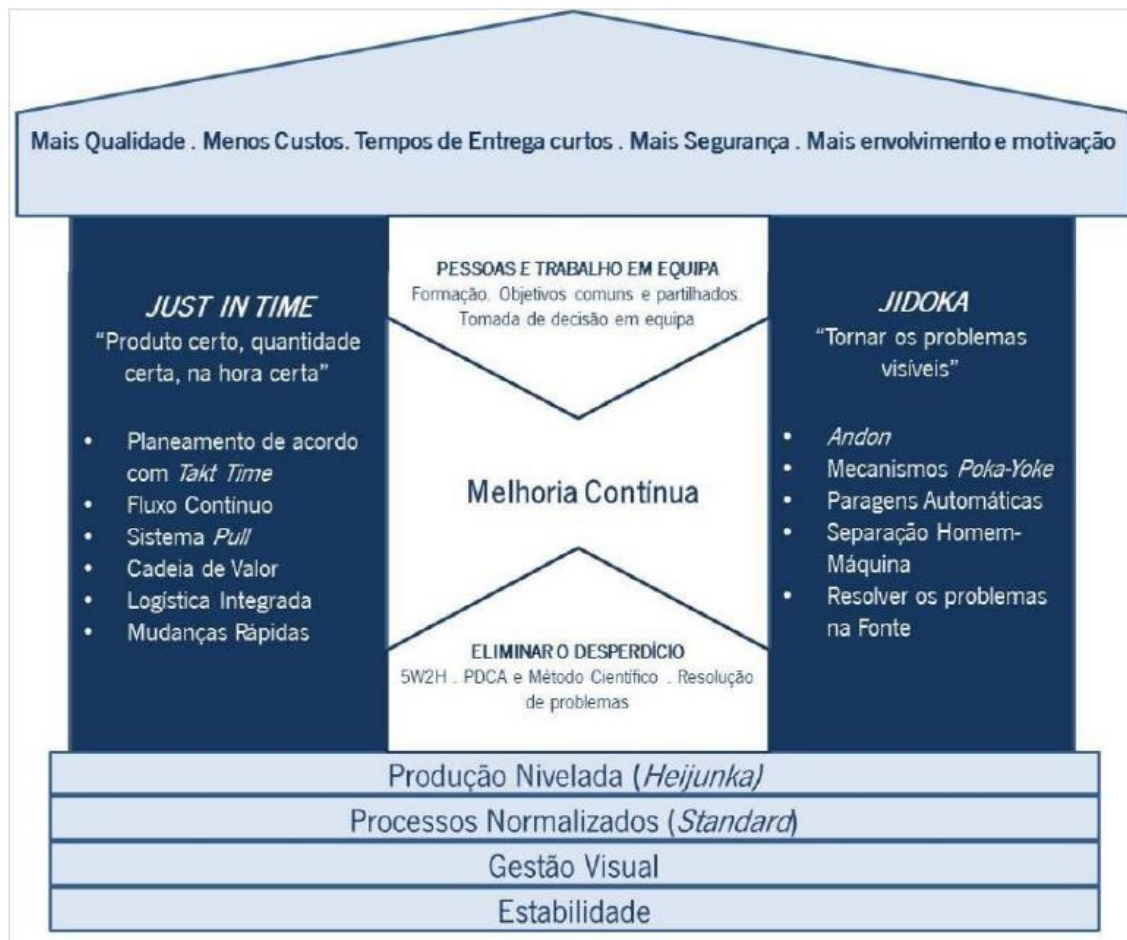


Figura 1 - Casa TPS. Fonte: (J. K. Licker & Meier, 2004)

Assente na base casa TPS, surgem dois pilares que sustentam os objetivos anteriormente enunciados:

*Just in Time* (JIT) e *Jidoka*.

O JIT é uma técnica de produção puxada (*pull*) que permite que todos os artigos sejam entregues no momento certo, na quantidade certa ao longo da cadeia produtiva. Segundo Ohno (1988), o sistema JIT é constituído por duas componentes, o sistema *Kanban* que atua como mecanismo de controlo, e o nivelamento da produção (*heijunka*).



Já o segundo pilar do TPS, o *Jidoka* ou *automation*, que significa automação com um toque humano, consiste em implementar dispositivos que automatizem processos de controlo efetuados por humanos. Para Shingo, a *automation* é o principal meio para atingir a redução de custos de mão de obra e aumentar a produtividade humana (1989), suportando assim os objetivos do sistema TPS.

No centro da casa TPS destaca-se a melhoria contínua, envolvendo a redução de desperdícios e todos os colaboradores em regime de trabalho em equipa. Esta função do TPS apresenta-se como uma forma rotineira de não estagnar no que toca à redução de desperdícios, que consequentemente provoca o alcance dos objetivos do sistema.

### 2.1.2 Princípios da Produção Lean

O valor é um conceito fundamental da produção *Lean* e resulta da fórmula de cálculo do lucro no sistema TPS, segundo a qual, o preço de venda dos artigos devem ser determinados pelo mercado (consumidores), sendo que os lucros resultam da diferença entre esse valor e os custos de fabrico (Shingo, 1989). Esta definição de valor, do ponto de vista do cliente, permite às empresas que adotam a produção *Lean* manterem o foco na redução continuada de desperdícios, de modo a reduzirem os custos de produção.

Partindo de definição do valor, em 1996 foram definidos 5 princípios caracterizantes da produção *Lean* (Womack, J.P.; Jones, 1996), que estão apresentados de seguida, segundo Hicks (2007):

- Definir valor – consiste em definir o valor do ponto de vista do consumidor final, relativamente a um produto específico, com as características desejadas e disponível no tempo especificado pelo cliente;
- Identificar a cadeia de valor – identificar a cadeia de valor para cada produto e remover os desperdícios;
- Garantir o fluxo de valor – fazer fluir os processos que acrescentam valor;
- Implementar a produção *pull* – garantir ao consumidor aquilo que ele quer, apenas quando ele quer;
- Procurar a perfeição – eliminar desperdícios continuamente, à medida que estes ficam a descoberto.

A análise dos sistemas produtivos à luz dos 5 princípios anteriormente enunciados, permite a visualização clara de quais as etapas produtivas que acrescentam valor e quais as que não acrescentam valor, desse modo, é possível obter ganhos significativos. As empresas devem, então, focar-se em reduzir

desperdícios, dado que apenas 5% do tempo de atravessamento de um artigo é tempo de valor acrescentado (Pinto, 2008).

### 2.1.3 O conceito de desperdício na Produção Lean

A definição de desperdício, em produção, consiste em identificar toda e qualquer atividade que não acrescente valor, isto é, todas as atividades que o cliente não perceciona como relevantes. Como referido anteriormente, apenas 5% das atividades encontradas nas organizações, acrescentam valor, pelo que a identificação e eliminação dos desperdícios seja um aspeto de especial relevância na filosofia de produção *Lean*.

Assim, herdando as definições do TPS, a produção *Lean* considera 3 tipos de desperdícios associados ao balanceamento da carga e capacidade organizacionais (Figura 2) que são os seguintes:

- *MUDA* – refere-se ao desperdício puro; todas as atividades que não acrescentam valor e devem ser eliminadas. Afeta negativamente a capacidade disponível e engloba os 7 tipos de desperdícios identificados por Ohno.
- *MURA* – está relacionado com a variabilidade dos processos, que resulta em distribuições irregulares da carga.
- *MURI* – diz respeito ao excesso da alocação de carga, que por sua vez conduz à instabilidade dos processos.



Figura 2 - Exemplo de *MURA*, *MURI* e *MUDA*.

Dentro do tipo de desperdício *MUDA*, vários autores de relevo apresentaram e definiram 7 tipos de desperdícios, quer durante o desenvolvimento do TPS, por Ohno (1988) e Shingo (1989), quer posteriormente por Licker (2003). Na Tabela 1 (Thürer, Tomašević, & Stevenson, 2017), pode comparar-se a definição de cada um dos 7 tipos de desperdícios, verificando-se concordância entre os 3 autores.



Tabela 1 - Definição dos 7 desperdícios de acordo com a literatura.

Os 7 desperdícios	Ohno (1988)	Shingo (1989)	Liker (2003)
Sobreprodução	Produzir sem necessidade	Relacionado com as operações. Antecipar realização de processos; produzir demasiado	Produzir artigos para os quais não existem encomendas
Esperas	Atrasos em processos anteriores que resultam em tempos mortos dos colaboradores a jusante	Relacionado com as operações. Atrasos em processos anteriores que resultam em tempos mortos dos colaboradores a jusante	Pessoas à espera de máquinas, abastecimento, realização de etapas anteriores ou em espera devido a roturas de stock, atrasos de processamento de lotes, ou <i>bottlenecks</i> .
Transportes	Qualquer transporte de materiais ou produtos	Parte do processo. Qualquer transporte de materiais ou produtos	Transportar trabalhos em curso (WIP) entre diferentes <i>workstations</i>
Sobreprocessamento	Executar etapas desnecessárias para fabricar o artigo	Produzir qualquer coisa à qual o cliente não atribui valor. Antes da entrada em produção, a conceção do produto deve basear-se em características valorizadas pelo cliente	Executar etapas desnecessárias no fabrico de um dado artigo. Processamento ineficiente derivado de uma fraca conceção do produto e dos métodos de fabrico. Produção de artigos com qualidade superior à desejada
Inventário	WIP acumulado entre processos e <i>stock</i> de produto acabado	Parte do processo. WIP (e atrasos nos processos) e <i>stock</i> de produto acabado	Excesso de matérias primas, WIP ou produto acabado, que provocam <i>lead times</i> elevados, produtos obsoletos, danificados, transportes, custos de armazenamento e atrasos
Defeitos	Produzir produtos com defeito	Parte do processo. Perdas de qualidade, expressas em retrabalho e <i>scrap</i>	Produção de produtos defeituosos e correção dos mesmos. Reparações ou retrabalho, <i>scrap</i> , repetição da produção e esforço e tempo investido na etapa de inspeção
Movimentações	Movimentações que não acrescentam valor aos produtos	Relacionado com as operações. Qualquer ação que não acrescenta valor ao produto	Movimentações executadas por pessoas durante o seu trabalho – exemplo: procurar componentes ou ferramentas

Para além dos 7 tipos de *MUDA* acima identificados, existem ainda outros tipos de *MUDA* identificados na literatura, sendo comum encontrá-los quer em organizações industriais, quer nos serviços (Brunt & Butterworth.C, 1998), (Amaro, 2008). Estas novas classes de desperdícios, apresentadas a baixo, demonstram que a filosofia de produção *Lean* não é estática e desenvolve-se a partir do seu *mantra* da busca da perfeição através da redução de desperdícios:



- **Não aproveitamento de potencial humano** – muitas vezes, as ideias dos colaboradores não são tidas em consideração, pois as empresas querem pessoas executantes, não pensantes. Isto vai contra um princípio basilar do TPS, o respeito pelas pessoas que conduz ao *empowerment* dos colaboradores, de modo a que sejam envolvidos na melhoria continua;
- **Utilização de sistemas inapropriados** – sistemas existentes nas organizações que não são utilizados, ou são aproveitados apenas de uma forma parcial;
- **Desperdícios energéticos** – refere-se eletricidade, gás, etc. O uso destas fontes de energia representa um elevado fardo nos custos das organizações;
- **Desperdício de materiais** - de modo a reduzir o desperdício de materiais, é necessário refletir acerca do ciclo de vida dos produtos, de modo a utilizar eficientemente os materiais.
- **Desperdício do tempo do cliente** – ocorre quando o cliente de um processo espera ou tem de contactar uma série de entidades, com o intuito de que se seja disponibilizado o produto ou serviço.

De modo a conseguir a eliminação de desperdícios, existe uma série de etapas que devem ser ponderadas, sendo que deve tornar-se visível o desperdício, de modo a que seja possível tomar consciência dele e medir a sua magnitude e implicações que provoca na organização. Posteriormente deve ser eliminado. De modo a percorrer estas etapas de eliminação de desperdícios, são comumente utilizadas técnicas de identificação e resolução estruturada de problemas através de ciclos PDCA (*plan, do, check, act*) e os ciclos DMAIC (*define, measure, analyse, improve, control*).

#### 2.1.4 *Single Minute Exchange of Die – SMED*

Com o objetivo de reduzir o tamanho de lote para uma aproximação ao *one piece flow* aconselhado pela filosofia de produção *Lean*, torna-se necessário reduzir os tempos de *setup* nos sistemas produtivos. Um *setup* pode ser definido como o tempo decorrido entre a produção da última unidade conforme de um lote de artigo e a primeira unidade conforme do lote seguinte (McIntosh, Owen, Culley, & Mileham, 2007). Com o objetivo de reduzir o tempo de *setup* nos sistemas produtivos, Shingo (1985), desenvolveu o método SMED (*Single Minute Exchange of Die*). Shingo (1985), divide a aplicação da metodologia SMED em 3 grandes etapas relativas às atividades de *setup*, a separação, a conversão e a simplificação, seguidamente detalhadas:

- **Separação de atividades** - consiste na identificação das atividades de *setup* e na sua categorização em atividades internas (apenas realizadas com os equipamentos parados) ou em atividades externas (podem ser realizadas com os equipamentos em funcionamento).



- Conversão de atividades – após a distinção das atividades, deve proceder-se, sempre que possível, à conversão de atividades internas em atividades externas, reduzindo-se assim o tempo de paragem dos equipamentos.
- Simplificação de atividades – utilizar dispositivos como fixadores rápidos em vez de parafusos roscados e processos mecanizados para eliminar ajustes.

Após a realização do SMED devem ser normalizados os procedimentos para realização do *setup* e deve proceder-se à formação dos colaboradores responsáveis pela realização das operações. Sendo o objetivo da metodologia realizar o *setup* num tempo de um dígito de minuto, as organizações utilizadoras da metodologia podem ter grandes reduções nos tempos de paragem dos seus equipamentos, aumentar a sua flexibilidade e assim reduzir os tamanhos de lote.

#### 2.1.5 Indicadores de desempenho (KPI's) de maior relevo na Produção Lean

Num ambiente de melhoria contínua *Lean*, a necessidade de monitorizar o desempenho dos sistemas assume-se com especial relevância, derivado do paradigma de que qualquer processo deve ser julgado objetivamente. A utilização de métricas de desempenho apropriadas, permite apoiar a decisão e, assim, conduzir a melhorias de desempenho dos sistemas (Neely, Gregory, & Platts, 1995).

O conceito indicadores de desempenho (KPI's), segundo Parmenter (2007), consiste num conjunto de medidas de performance que se assemelham relevantes para o sucesso e sustentabilidade de uma organização, sendo, desse modo, possível averiguar o rumo dos processos, notando-se rapidamente situações de desvio relativamente ao previsto. Assim, torna-se possível investigar as causas dos desvios e implementar medidas que permitam a melhoria dos KPI's.

A performance de uma organização resulta do compromisso entre a sua eficiência e eficácia, sendo que a eficiência reflete a forma de como a organização utiliza os seus recursos e a eficácia está associada aos requisitos do cliente, ou seja, o valor (Neely et al., 1995). Assim pode considerar-se a existência de 3 tipos de medição da performance (Parmenter, 2007):

- Indicadores de Resultado Chave (KRI's) – são abrangentes e refletem os resultados da organização, como por exemplo o lucro ou os custos;
- Indicadores de Performance (PI's) – fornecem a indicação de como atuar, sendo por isso menos abrangentes e mais focados em determinadas atividades;
- Indicadores de Performance Chave (KPI's) – orientam as equipas rumo à melhoria de desempenho.

Pode, então, perceber-se que os diferentes tipos de indicadores têm funções diferentes. A Figura 3 permite verificar a abrangência dos mesmos, sendo que os KRI's aparecem na fronteira da organização e resultam dos PI's. Os PI's permitem uma monitorização a um nível superior dos processos, por sua vez os KPI's permitem a monitorização dos processos e devem ser obtidos diariamente.

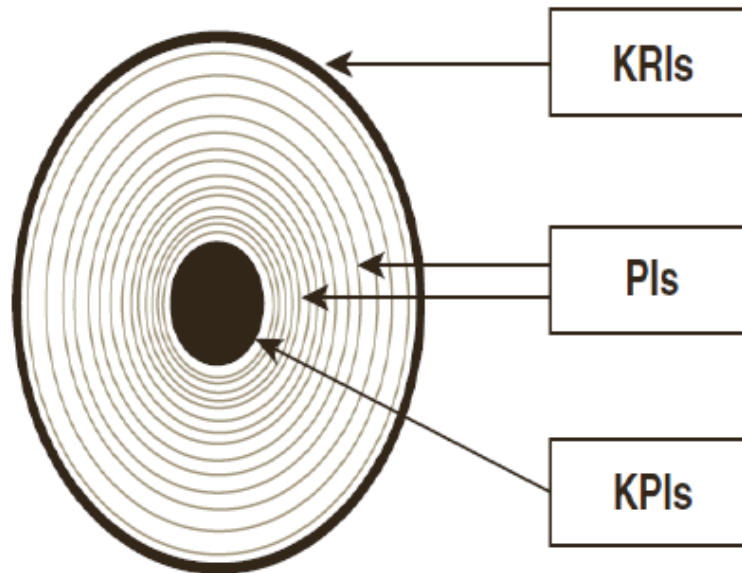


Figura 3 - Os 3 tipos de medição de performance. Fonte: (Parmenter, 2007).

No contexto da produção *Lean*, os KPI's mais utilizados a nível operacional são os seguintes (Pinto, 2008):

- *Takt Time* (TT) – está associado ao ritmo e no TPS surge como um indicador fundamental, pois é calculado em função da procura, permitindo então dimensionar sistemas de produção que se adaptem à procura.

$$Takt\ Time = \frac{Tempo\ disponível}{Procura}$$

- Tempo de Ciclo (TC) – o tempo de ciclo de um processo é definido pela estação de trabalho com maior tempo operatório (estrangulamento), sendo esta quem determina a cadência.
- Eficácia (E) – avalia a capacidade de um sistema alcançar objetivos

$$E = \frac{resultados\ alcançados}{resultados\ esperados} \times 100\%$$

- Disponibilidade (D) – relaciona o tempo útil e o tempo disponível

$$D = \frac{Tempo\ útil}{Tempo\ disponível} \times 100\%$$



- Ocupação (O) – mede a relação entre a carga e a capacidade, sendo que caso este indicador seja superior a 100%, indica a existência de *MURI* no sistema e existe tendência para que os trabalhos em fila de espera aumentem e aumentem os atrasos de entregas.

$$O = \frac{Carga}{Capacidade} \times 100\%$$

- *First Time Through* (FTT) – indica a percentagem de produtos acabados que não apresentaram defeitos nem retrabalho, ou seja, que foram executados de acordo com as especificações à primeira tentativa.

$$FTT = \frac{Unidades Produzidas - Defeitos - Retrabalhos}{Unidades Produzidas}$$

- *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) – é um KPI que avalia o desempenho global de um processo em três vertentes que estão associadas à criação de valor, a eficiência (E), a qualidade e a disponibilidade (D). A secção 2.2 será dedicado a este KPI, dado o seu interesse para a presente dissertação.

## 2.2 OEE – Overall Equipment Effectiveness

A origem do OEE remonta ao desenvolvimento da metodologia *Total Productive Maintenance* (TPM) (Nakajima, 1988) e consiste numa métrica que combina a disponibilidade, a *performance* ou velocidade e a qualidade. Inicialmente, este KPI começou por ser aplicado a equipamentos isolados, contudo, têm surgido variantes do mesmo que são utilizadas em células de produção. Como exemplo, surge o OEEML – *Overall Equipment Effectiveness of a Manufacturing Line* (Marcello Braglia, Marco Frosolini, 2007), ou o OLE – *Overall Line Effectiveness* (Zhang, Griffith, & Fried, 2006). Sendo os 3 KPI's da mesma família, todos utilizam os mesmos fatores de cálculo, sendo que apenas difere a forma de obtenção de cada um. Assim, o OEE pode ser utilizado como um KPI de uma célula de produção, desde que se olhe para a célula como uma entidade. A seguinte fórmula refere-se à determinação genérica do OEE e permite organizar perdas produtivas em três grupos, de modo a compreender melhor o desempenho dos processos e assim permitir uma atuação consistente no sentido do aumento da produtividade:

$$OEE (\%) = Disponibilidade \times Velocidade \times Qualidade$$

Para a determinação do OEE, foram definidos 6 grandes tipos de perdas (Nakajima, 1988), sendo que surgiu uma evolução desta classificação com o passar dos anos. Inicialmente, os tipos de perdas estavam mais focadas na disponibilidade dos equipamentos, sendo que posteriormente começaram a incluir-se





nos tipos de perdas paragens planeadas e não planeadas (Ljungberg, 1998). A seguinte lista apresenta as seis grandes perdas, segundo Nakajima (1988):

1. Avarias e falhas nos equipamentos
2. Ajustes/ Setup
3. Perdas devido a pequenas paragens
4. Baixa velocidade relativamente à velocidade nominal projetada
5. Diminuição da eficiência devido ao arranque e estabilização
6. Defeitos e retrabalho

Abaixo, na Figura 4, pode notar-se a relação existente entre os diferentes tipos de perdas e os fatores de cálculo do OEE. Os dois primeiros tipos de perdas são classificados como paragens não planeadas e afetam o fator Disponibilidade. O segundo conjunto de perdas é classificado como perdas de velocidade e afeta o fator Velocidade ou Performance. Por fim, o terceiro conjunto de perdas é conhecido como defeitos e afeta o fator Qualidade (Marcello Braglia, Marco Frosolini, 2007).

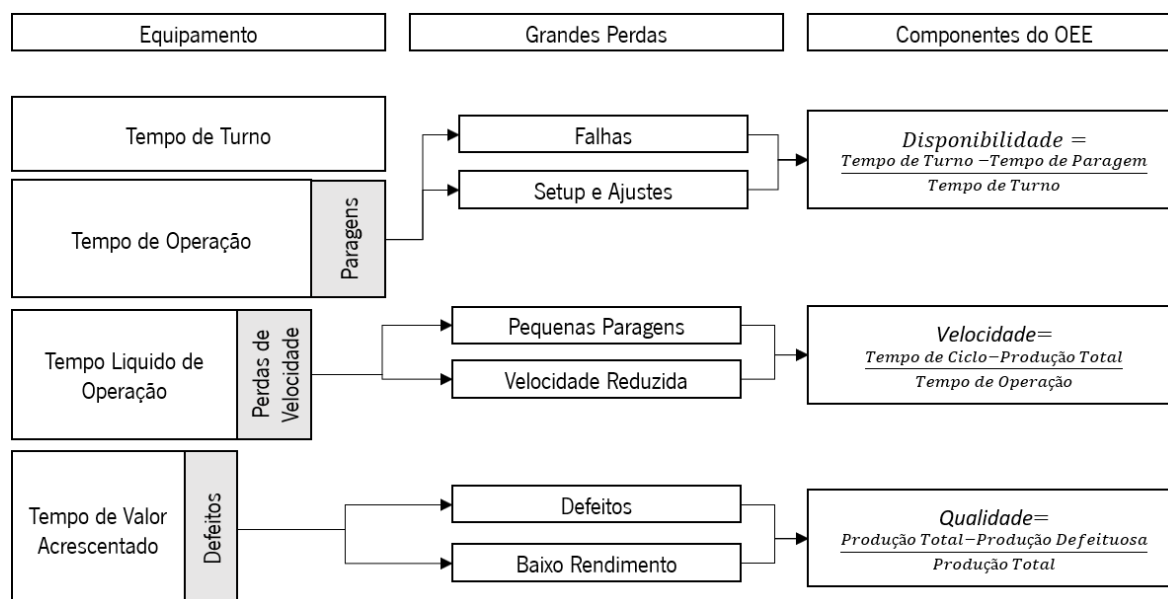


Figura 4 – As seis grandes perdas. Fonte: (Marcello Braglia, Marco Frosolini, 2007).

A estruturação das ineficiências produtivas, auxilia as organizações que adotam o OEE como KPI no sentido da melhoria contínua, dada a rapidez de diagnóstico do aproveitamento da capacidade dos equipamentos ou células produtivas (Jonsson & Lesshammar, 2005). Nakajima (1988) aponta que o OEE de classe mundial é de 85%, sendo que para o alcançar as organizações devem trabalhar para uma Disponibilidade de 90%, uma Velocidade de 95% e uma Qualidade de 99%.



Uma estrutura alternativa de perdas, que permite um cálculo mais detalhado do OEE e uma melhor distinção entre paragens planeadas e paragens não planeadas é apresentado na Figura 5. Então, é possível definir as seguintes fórmulas de cálculo para cada um dos fatores do OEE:

*Disponibilidade (%)*

$$= \frac{\text{Tempo Produtivo Disponível} - \text{Tempo de Paragens Não Planeadas}}{\text{Tempo Produtivo Disponível}} \times 100$$

Em que,

$$\text{Tempo Produtivo Disponível} = \text{Tempo de Turno} - \text{Tempo de Paragens Planeadas}$$

$$\text{Performance (\%)} = \frac{\text{Quantidade Produzida} \times \text{Tempo de Ciclo Teórico}}{\text{Tempo Produtivo Disponível}} \times 100$$

$$\text{Qualidade (\%)} = \frac{(\text{Quantidade de Peças Sem Defeito})}{\text{Quantidade Total Produzida}} \times 100$$

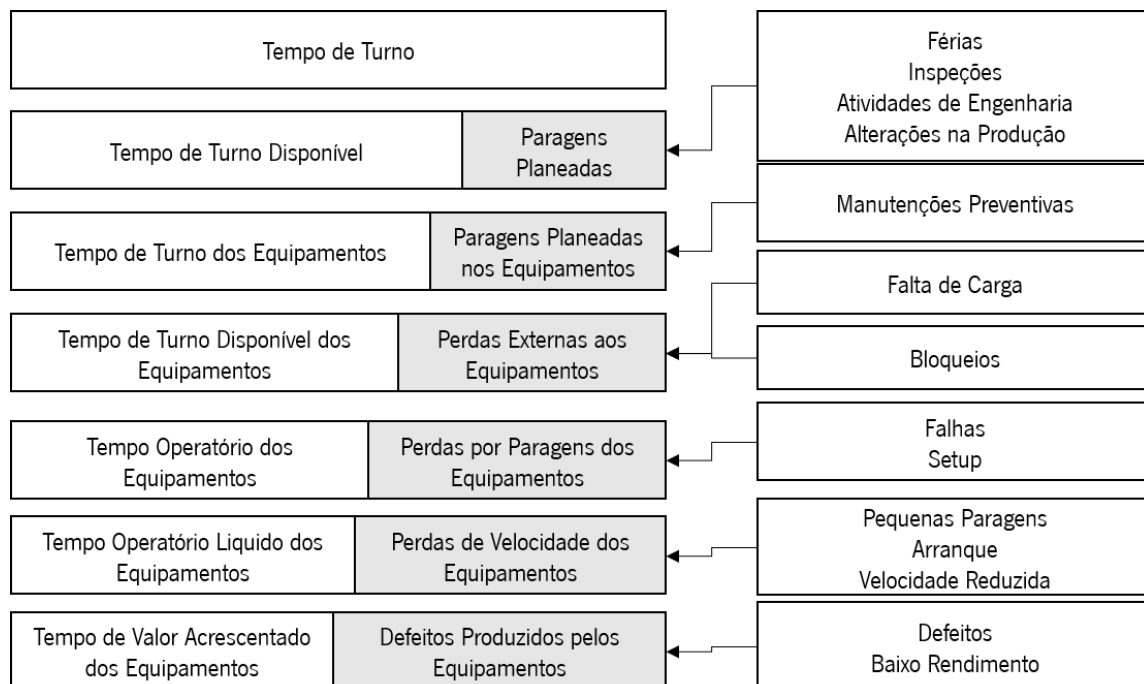


Figura 5 – Estrutura de perdas alternativa. Fonte: (Marcello Braglia, Marco Frosolini, 2007)

## 2.3 Planeamento e Controlo da Produção – Gestão e Controlo



O Planeamento e Controlo da Produção, é um aspeto fulcral na definição das organizações, já que ele agrega diferentes funções executadas a curto, médio e longo prazo. De seguida, apresenta-se a definição de cada uma destas funções segundo (Vollmann, 1992):

- **Longo Prazo**
  - **Planeamento Agregado da Produção** – Define a capacidade instalada, bem como a estratégia empresarial de resposta às variações da procura.
- **Médio Prazo**
  - **Planeamento Diretor de Produção (PDP)** – Calcula as necessidades, para os próximos períodos, de produtos finais, componentes e de substituição, através da agregação de previsões da procura e encomendas.
  - **Planeamento de Necessidades de Capacidade (PNC)** – Determina a carga a alocar às diferentes competências existentes na organização, podendo assim nivelá-la de acordo com as estratégias definida no Planeamento de Longo Prazo.
  - **Planeamento de Necessidades de Materiais (PNM)** – Utiliza os resultados do PDP e as existências de forma a determinar sugestões de ordens de compra e de produção para os próximos períodos.
- **Curto Prazo**
  - **Lançamento de Ordens de Produção e de Compras** – Recorre às sugestões do PNM e ao PNC para lançar ordens de produção e de compras para os próximos períodos.
  - **Programação da Produção (PP)** – Efetua o escalonamento e alocação de tarefas pelos diferentes recursos disponíveis.
  - **Monitorização da Produção** – Verifica o cumprimento dos planos de produção e cria medidas que corrijam desvios face ao planeado.

A relação existente entre as diferentes funções do PCP é o motor da empresa condicionando positiva ou negativamente os seus resultados ao nível da eficiência e eficácia. Na Figura 6 estão apresentadas estas relações.

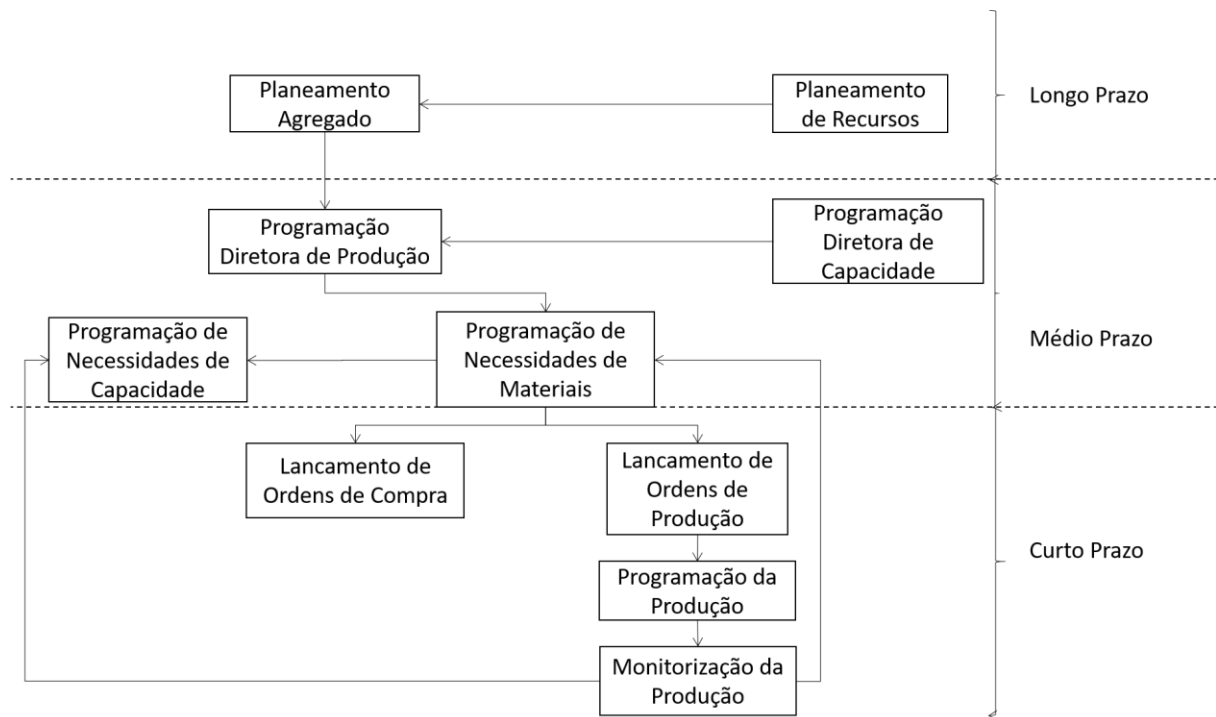


Figura 6 – Planejamento e Controlo da Produção segundo Vollmann (1992).

O PCP é uma atividade que tem como objetivo a satisfação das necessidades de produção, num dado horizonte temporal, considerando um uso eficiente dos recursos produtivos (Karimi, Fatemi Ghomi, & Wilson, 2003). Wiendahl (2005) define o PCP como o mecanismo de controlo da logística interna com a função de planear, iniciar e controlar a entrega de produtos, reajustando os planos sempre que necessário.

### 2.3.1 Sequenciamento de trabalhos

Após a execução das funções de longo e médio prazo e do lançamento de ordens de produção, inicia-se a etapa da sequenciação dos trabalhos. O sequenciamento tem como objetivo definir a ordenação dos trabalhos que se encontram em fila de espera no sistema, por forma a otimizar um dado critério de desempenho, previamente definido. O trabalho a ser executado, segundo Lødding (2013), é aquele que apresenta maior índice de prioridade relativamente ao critério estabelecido.

Ao sequenciamento são associadas diferentes metas que podem, por vezes, tornar-se conflituosas (Carmo-Silva, 2011), como garantir os prazos de entrega e maximizar a utilização do sistema, reduzir tempos de espera e manter *work in progress* reduzido. Contudo, o impacto do sequenciamento é positivo relativamente à fiabilidade no cumprimento de prazos. Baker & Trietsch (2009) corroboram a melhoria do nível de serviço dos sistemas de produção, quando aplicadas regras de sequenciamento, mais concretamente, defendem que a aplicação de regras pode compensar os desvios de produção face ao planeado.



O sequenciamento ou escalonamento da produção visa obter uma sequência ótima, mediante um dado critério. Contudo, nem sempre é simples alcançar essa sequência, dada a dimensão do problema. Considere-se um sistema, sem restrições, com  $n$  trabalhos,  $m$  processadores sendo  $S$  o número de sequências possível. O valor de  $S$  será dado pela seguinte equação:

$$S = (n!)^m$$

Assim, considerando a existência de 10 trabalhos e 2 processadores, seriam possíveis 13.168.189.440.000 sequências. Dada a complexidade do problema de sequenciamento de trabalhos, têm sido usados algoritmos programáveis, assentes em modelos matemáticos ou heurísticos.

Dada a sua simplicidade de implementação e alcance de boas soluções, são comumente utilizadas regras de prioridade para sequenciamento de trabalhos. Seguem alguns exemplos, existindo, no entanto, uma grande variedade de regras:

- FIFO (*First in First Out*) - Ao aplicar a regra FIFO, os trabalhos são feitos do mais antigo para o mais recente.
- EDD (*Earliest Due Date*) - Na regra EDD a prioridade é dada pela execução das ordens com prazo de entrega mais próximo.
- SPT (*Short Processing Time*) - Nesta regra, o trabalho com maior prioridade é definido pelo menor tempo de processamento total. A sua utilização visa reduzir o tamanho das filas e o aumento do fluxo.

Os programas obtidos devem ser avaliados quanto à sua qualidade, para que sejam visíveis as vantagens ou não de executar o plano proposto. Neste contexto, surgem na literatura medidas de desempenho enumeradas abaixo:

- Média do tempo de percurso de produção –  $F_{med}$ . Esta medida é de elevada importância pois Tempo de Percurso de Trabalho reduzido tende a favorecer o cumprimento das entregas e redução de custos de posse. Este indicador pode ser calculado pela seguinte equação:

$$F_{med} = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n F_j$$

Em que,

$F_j$  é o tempo de percurso do trabalho  $j$

$n$  é o número de trabalhos

- Máximo tempo de percurso (*Makespan*)



O valor do *Makespan* corresponde ao maior tempo de atravessamento dos trabalhos a ser processados, ou seja, o tempo de atravessamento do último trabalho concluído. O *Makespan* é, por isso, o tempo necessário para produzir todos os trabalhos no sistema para uma dada sequência e pode ser obtido da seguinte forma:

$$Makespan = \max\{F_j\}$$

Em que,

$$j = 1, \dots, n$$

Existem ainda outros indicadores de desempenho que não serão considerados neste projeto.

A diminuição do *Lead Time* aumenta o fluxo e consequentemente reduz o WIP, por outro lado, a redução do *Makespan* permite uma melhor utilização dos recursos produtivos, tornando-se estas medidas muito eficientes na avaliação de programas de produção.

### 2.3.2 Sistemas de Informação

De modo a implementar os conceitos do planeamento e controlo da produção em ambientes industriais, torna-se necessário preservar, de forma estruturada uma quantidade relevante de informação, de modo que seja possível em qualquer momento efetuar consultas e executar algoritmos associados à gestão industrial, surge então a necessidade de utilizar bases de dados para armazenamento e consulta de informação.

Edgar Codd(1970), sugeriu na década de 70, que para além dos dados armazenados, uma base de dados era caracterizada pela ligação entre os conteúdos dos seus registos, logo os dados não seriam independentes. Codd definiu que os dados se encontravam em tabelas constituídas por registos (linhas) e atributos (colunas) com a potencialidade de se relacionarem entre si. Cada entidade apresenta uma chave primária que consiste num atributo utilizado para identificar claramente cada elemento da tabela, não podendo esta ser duplicada.

De modo a representar relações entre entidades, surgem a cardinalidade e a ordinalidade. Por um lado, a cardinalidade refere-se ao número de vezes que uma instância de uma tabela se pode relacionar com instâncias de outras tabelas. Já a ordinalidade representa o número mínimo de vezes que uma instância de uma tabela pode ser associada a uma instância de uma tabela relacionada. Na Figura 7, está representada a notação da cardinalidade e ordinalidade caracterizada por uma linha e a respetiva extremidade.

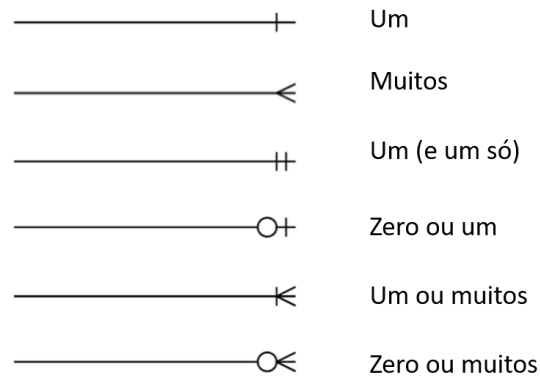


Figura 7 – Notação da cardinalidade e ordinalidade. Fonte: (Hitchman, 2002).

## 2.4 Sistemas de produção orientados ao produto

Os sistemas de produção classificam-se em 2 grandes grupos, Sistemas de Produção Orientados à Função (SPOF) e Sistemas de Produção Orientados ao Produto (SPOP). Segundo Silva (2011), os SPOF são constituídos por secções homogêneas com *workstations* que executam a mesma função. Por sua vez, os SPOP, são dedicados a uma pequena variedade de artigos com roteiro de fabrico semelhante, pelo que um SPOP é constituído por *workstations* complementares. Na Figura 8, pode visualizar-se a configuração genérica destes dois tipos de sistemas de produção, em que MF significa *Manufacturing Function*.

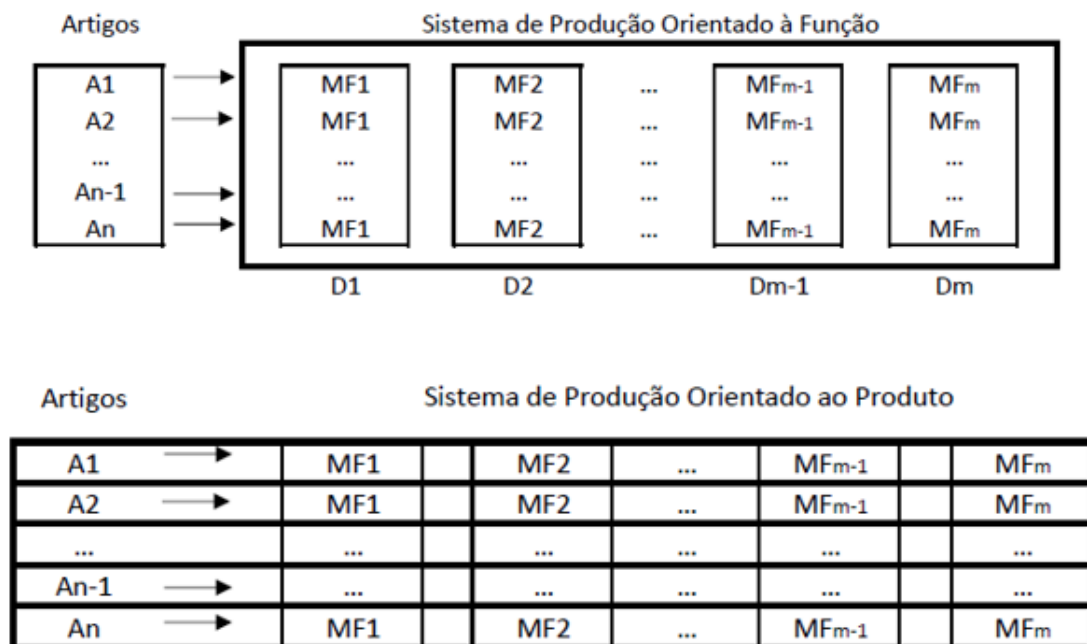


Figura 8 – Configuração genérica de SPOF e SPOP. Fonte: (Carmo-Silva, 2011).



Considerando que são sistemas que nascem para o fabrico de uma reduzida variedade de artigos, os SPOP apresentam vantagens, como menor tempo de atravessamento, menor WIP, maior produtividade, melhor controlo de produção e maiores volumes de produção, comparativamente aos SPOF (Silva & Alves, 2002).

## 2.5 Células de Produção

Quanto ao tipo de implantação, os sistemas de produção podem ser agrupados em linhas de produção (SPOP), células de produção (SPOP) ou oficinas de produção (SPOF). Pode considerar-se que do primeiro tipo de implantação mencionado para o último, o nível de orientação do sistema ao produto vai caindo, e inversamente, aumenta o nível de orientação à função.

Relativamente à variedade de artigos produzidos, tipicamente as linhas de produção são dedicadas a uma reduzida variedade de artigos e apresentam elevadas taxas de produção. Por outro lado, os sistemas de produção do tipo oficina produzem uma elevada variedade de artigos, contudo, apresentam uma reduzida taxa de produção. As células de produção (sistemas híbridos entre linhas e oficinas) conseguem produzir uma variedade de artigos relativamente elevada e apresentar boas taxas de produção (Alves, 2007), como se pode observar na Figura 9.

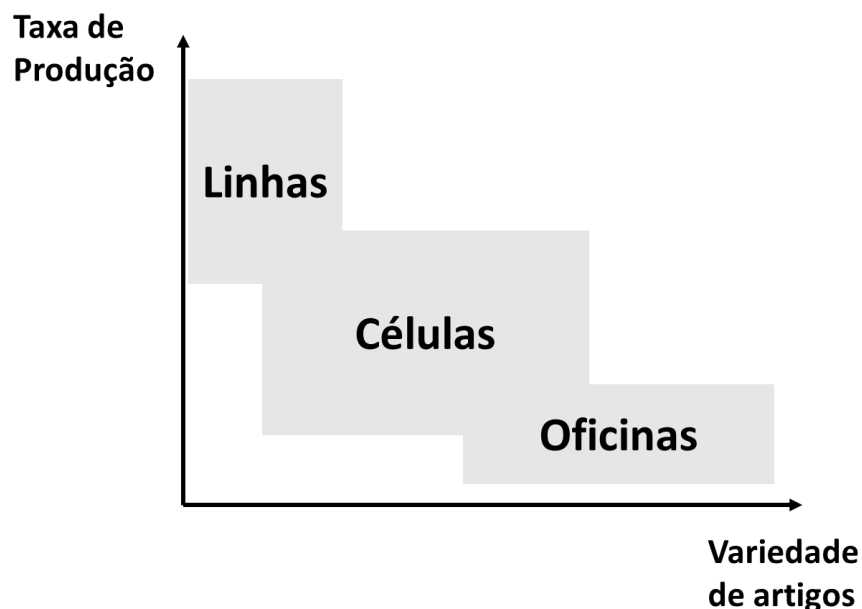


Figura 9 – Caraterização dos 3 tipos de sistemas de produção quanto à variedade e quantidade de artigos. Fonte: (Carmo-Silva, 2011)





Devido à elevada competitividade e constante alteração ao nível da procura, as empresas têm vindo a procurar conciliar a elevada qualidade e taxa de produção típica das linhas à elevada flexibilidade das oficinas.

O que melhor caracteriza as células de produção, segundo Alves (1999), é o facto de estas serem capazes de produzir uma família de artigos, sendo que para isso estas são formadas por máquinas complementares. Por família de artigos, entenda-se, artigos com semelhança ao nível da gama operatória, materiais, formas geométricas e tolerâncias de fabrico.

As vantagens das células de produção são, segundo Wemmerlöv & Johnson (1997), a redução do *throughput time*, a redução do WIP, melhorias ao nível da qualidade, redução de tempos de entrega, maior flexibilidade, menores deslocações, menores tempos de *setup* e um planeamento e controlo da produção mais simples. Para além destas vantagens, os colaboradores que operam em células de produção apresentam uma polivalência mais elevada, o que permite existir maior capacidade de resposta face a situações como a necessidade de criação de novas células ou o absentismo.

#### 2.5.1 Balanceamento de Células de Produção

O conceito balanceamento de células de produção, consiste no ato de distribuir a carga de trabalho de forma uniformizada pelos operadores, de modo a conferir à linha ou célula de produção uma maior eficiência e reduzida variabilidade durante a sua operação (Black & Chen, 1995; Özcan & Toklu, 2008). Não só na fase de projeto da Célula se deve considerar o balanceamento, mas também ao longo da sua vida útil. Hitomi (1979) realça que em sistemas pouco automatizados, o desempenho dos operadores melhora à medida que efetuam repetitivamente as operações, pelo que os tempos operatórios utilizados na fase do projeto podem ser bastante diferentes daqueles que se verificam ao longo da vida da Célula. Num ambiente de produção *Lean*, o balanceamento tem como objetivo projetar sistemas que respondam a uma determinada procura, tentando garantir um tempo de ciclo igual ou inferior ao *takt time*, conduzindo a organização para a implementação da produção JIT (Black & Chen, 1995) e permitindo um aumento da produtividade (Bhaskar & Srinivasan, 1997). Um bom balanceamento permite ainda implementar o *one-piece-flow*, permitindo um aumento substancial da qualidade e uma melhor resposta ao mercado.

Existem várias técnicas para efetuar o balanceamento de células de produção dependendo da diversidade de artigos a produzir na linha ou célula. Segundo Wild (1972), os métodos de balanceamento podem ser estocásticos, se existe variabilidade no tempo das operações e determinísticos, caso contrário. Apesar dos avanços que têm sido feitos ao nível das técnicas de resolução de problemas de



balanceamento, ao nível de heurísticas e algoritmos de otimização, ainda existe muito para progredir na resolução de problemas complexos, mais próximos das situações reais (Becker & Scholl, 2006).

### 2.5.2 Modos Operatórios de Células de Produção

O trabalho em células de produção é realizado no regime de equipas constituídas por elementos com competências complementares e polivalência mais elevada que em linhas e oficinas, de modo a que seja possível executar rotatividade nos postos de trabalho ou substituir colaboradores ausentes (Black & Chen, 1995). De modo a visualizar e gerir as competências dos colaboradores, devem ser utilizadas ferramentas que sumariam esta informação e auxiliem a tomada de decisão quanto à constituição das equipas. Lopes (2012) refere a matriz de competências como uma ferramenta privilegiada para de “forma visual e intuitiva analisar a polivalência ou falta dela na equipa considerada” (Martins, 2013). Depois de conhecidas as competências dos colaboradores da equipa, deve definir-se o modo operatório da célula, isto é, a forma como as operações vão ser divididas pelos colaboradores, bem como a possibilidade ou não de entreajudas. Martins (2013) e Silva (2011) destacam 5 modos operatórios predominantes em células:

- *Working balance* – distribuição rigorosa e equilibrada da carga e número de tarefas pelos colaboradores, de modo que todos tenham tempos de ciclo muito próximos. Neste modo operatório a polivalência é reduzida.
- *Rabbit Chase* – cada colaborador executa todas as tarefas existentes dentro da célula, de forma sequencial. Este modo operatório tem como vantagem a capacidade de resposta à procura, visto que apenas exige a alteração do número de colaboradores da célula, contudo é necessária uma elevada polivalência dos colaboradores.
- *Toyota Sewing System* – cada colaborador tem as suas tarefas definidas, sendo que existem zonas em que pode existir entreajuda.
- *Bucket – brigades* – as tarefas são distribuídas pelos próprios colaboradores da célula de forma instintiva, estando os colaboradores dispostos do mais lento para o mais rápido. O conceito deste modo operatório assenta no pressuposto que os colaboradores do final da célula, por serem mais rápidos, virão a montante pegar no trabalho, equilibrando assim o balanceamento do sistema.
- *Baton touch* – distribuição equilibrada das tarefas pelos colaboradores, contudo, existe um colaborador com ocupação mais baixa de modo a poder executar tarefas como liderança da



célula, abastecimento, e atividades relacionadas com a programação e controlo da atividade celular.

A existência de postos com tempo de ciclo mais elevado que todos os outros (*bottlenecks*), que ditam a cadência da produção, consiste num aspeto de relevo durante a fase de alocação de tarefas a postos, bem como uma atenção especial durante a vida útil da célula. Sendo crítico o desempenho dos *bottlenecks* para a célula, estes devem ser alvo de programas 5S's , manutenções preventivas e aplicação de técnicas como SMED, de modo a que nunca parem (Duarte & Lima, 2008).

### 3. CONTEXTO DE ESTUDO

Este capítulo tem como objetivo apresentar de um modo geral e abrangente a empresa onde foi realizada a presente dissertação, a Coindu, Componentes para a Indústria Automóvel, S.A. Inicia-se com uma pequena apresentação da empresa, seguida da sua integração numa *Supply chain*. Seguidamente apresentam-se os seus artigos e processos de transformação. Por fim apresentam-se os sistemas de informação utilizados na empresa.

#### 3.1 Coindu – Apresentação

Com o nome Conflex e dedicada à produção de *big bags*, em 1988, inicia-se a história de uma empresa que viria a tornar-se a maior empresa nacional de capas de assentos automóveis. Mais tarde em 1992, a empresa desloca as suas instalações para Joane e passa a designar-se “Coindu – Componentes para a Indústria automóvel, S.A.”, altura em que se dedica apenas à produção de capas de assentos automóveis. Derivado da qualidade dos seus produtos, do elevado nível de serviço prestado e acompanhando a tendência de crescimento do mercado automóvel, a Coindu não parou de crescer e conta atualmente com 4000 colaboradores, e instalações em Portugal, México, Roménia e Alemanha. A sede da empresa localiza-se em Joane (Figura 10), sendo que esta unidade conta com cerca de 2000 colaboradores. Doravante, neste documento, utiliza-se Coindu para referir a unidade industrial de Joane.



Figura 10 – Sede da Coindu – Joane.

#### 3.2 Supply Chain

Relativamente à estrutura da cadeia logística em que a empresa está inserida, esta consiste nas seguintes hipóteses relativamente ao abastecimento dos seus clientes, ou a Coindu atua como *1st Tier*

*Supplier*, abastecendo diretamente as fábricas de montagem final de automóveis, ou atua como *2nd Tier Supplier*, abastecendo empresas que posteriormente abastecem as fábricas de montagem final de automóveis. Quanto à *upstream supply chain*, a Coindu é fornecida por empresas europeias. Um excerto da *Supply Chain* encontra-se representada esquematicamente na Figura 11, em que cada uma das setas representa um fluxo descrito na seguinte lista:

1. Compra de matérias primas
2. Colocação de previsões da procura e encomendas
3. Colocação de previsões da procura e encomendas
  - a. Fornecimento de matérias primas
  - b. c. d. e. Envio de Capas de Assentos

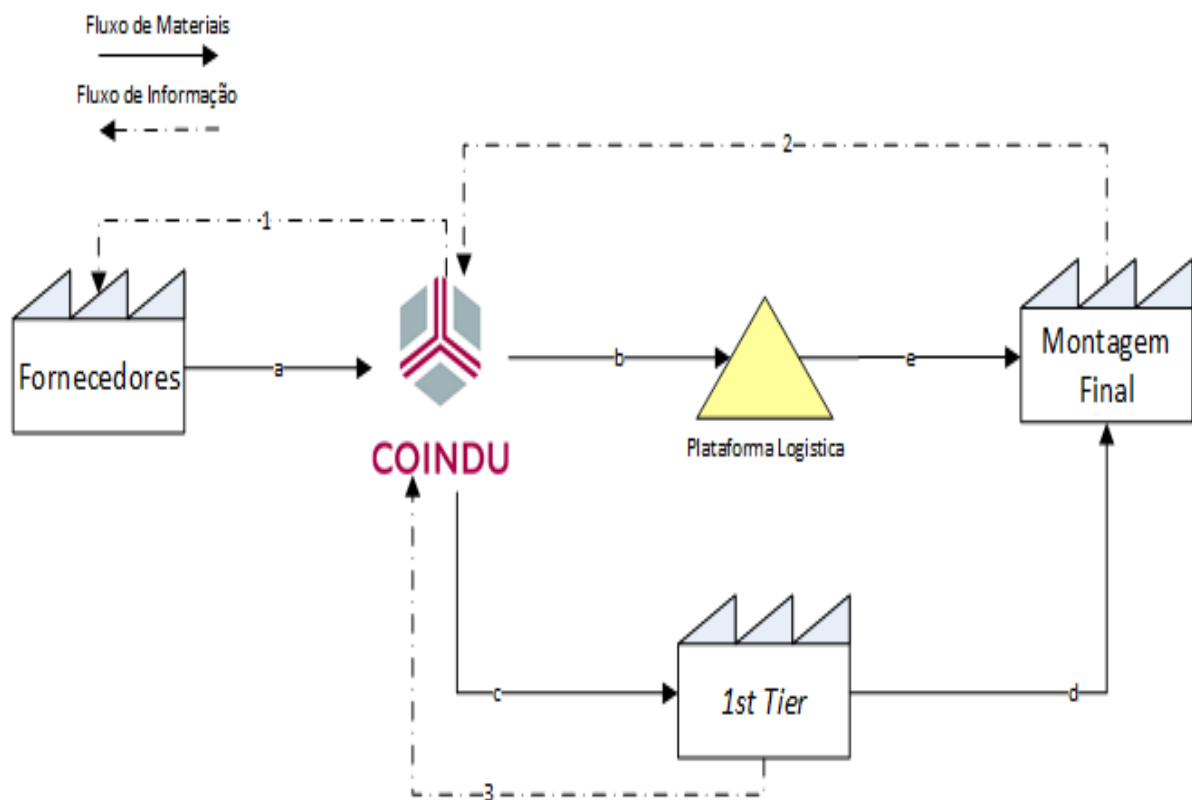


Figura 11 – Visão esquemática de um excerto da *Supply Chain* da Coindu.

Os principais problemas detetados nesta *Supply Chain*, prendem-se com os fluxos de informação 2 e 3, em que os clientes da Coindu devem enviar regularmente as previsões de longo prazo mantendo fixo um período de congelamento da colocação de encomendas de 15 dias, contudo este período de congelamento não é cumprido, sendo frequente o cliente informar as quantidades por referência que quer com um intervalo inferior a 5 dias, aumentando a instabilidade no planeamento e programação da produção, bem como nas compras de matérias primas. Derivado desta instabilidade, a Coindu mantém



elevados níveis de *stock* na sua plataforma logística, contudo é frequente a empresa recorrer a horas extraordinárias para conseguir cumprir as entregas aos clientes.

Na Tabela 2 são apresentados os principais fornecedores e clientes, agregados segundo a forma de fornecimento da Coindu:

Tabela 2 – Principais clientes e fornecedores da Coindu.

<i>1st Tier Supplier</i>	<i>2nd Tier Supplier</i>	Fornecedores	
Audi	Lear Corporation	Bader	Benecke
Volkswagen	Magna	Bridge of Weir	Konrad
Porsche	Johnson Controls	Aunde	Mornschuch
BMW	Fehrer Automotive	Gertex	Helcor
			Pasubio

### 3.3 Principais matérias primas e exemplo de produto acabado

São consideradas matérias primas, todos os materiais adquiridos pela Coindu, sendo que as principais necessárias para a produção de uma capa de assento são agrupadas nas seguintes famílias: Tecido, Couro, PVC, Perfil Plástico, Elástico, Linha, Espuma, Tecido Não Tecido (TNT), entre outros.

A partir das matérias primas anteriormente referidas, pode produzir-se, então uma capa de estofos automóvel. A seguinte lista apresenta a nomenclatura de capas de estofos automóveis:

- Assento Frontal – AF
  - Direito – AFD
  - Esquerdo – AFE
- Encosto Frontal - EF
  - Direito – EFD
  - Esquerdo – EFE
- Assento Traseiro – AT
  - Completo – AT
  - Central - ATC
  - Direito – ATD
  - Esquerdo – ATE
- Encosto Traseiro – ET
  - Completo – ET
  - Central – ETC
  - Direito – ETD
  - Esquerdo - ETE

Posto isto, na Figura 12 apresenta-se a designação de várias classes de Produto Acabado da Coindu, acompanhado da sua localização num automóvel.



Figura 12 – Nomenclatura de capas de estofos automóveis.

### 3.4 Processo de produção

Na presente secção apresenta-se um *Value Stream Map* (VSM) simplificado do processo produtivo da Coindu (Figura 13), no qual se pretende representar todos os processos da empresa e fluxos de informação e materiais. Nota-se que o paradigma de produção é o *push*, sendo que as encomendas rececionadas pela empresa são a base para criar Ordens de Fabrico (OF) e Ordens de Compra que são enviadas aos fornecedores. Após a receção das matérias primas, as OFs e respetivos materiais são empurrados de secção em secção até à expedição. Assim nota-se a inexistência de supermercados, pelo que os níveis de *WIP* em cada processo e entre processos são elevados e de difícil controlo.

#### 3.4.1 Armazém de Matérias Primas (AMP)

No AMP são rececionadas todas as matérias primas utilizadas na Coindu, desde couro, tecido até a pequenos materiais como perfis plásticos.

Aquando da receção de couro - que é um tecido natural sujeito à unicidade e à vida de cada animal, o que aumenta a variância dos parâmetros de qualidade-, é efetuado um controlo de qualidade a 100% das peles, de modo a aferir o seu estado, para que posteriormente seja negociado o preço de compra com o fornecedor e para que exista uma filtragem das matérias primas não conformes de modo a prejudicar o desempenho dos processos a jusante.

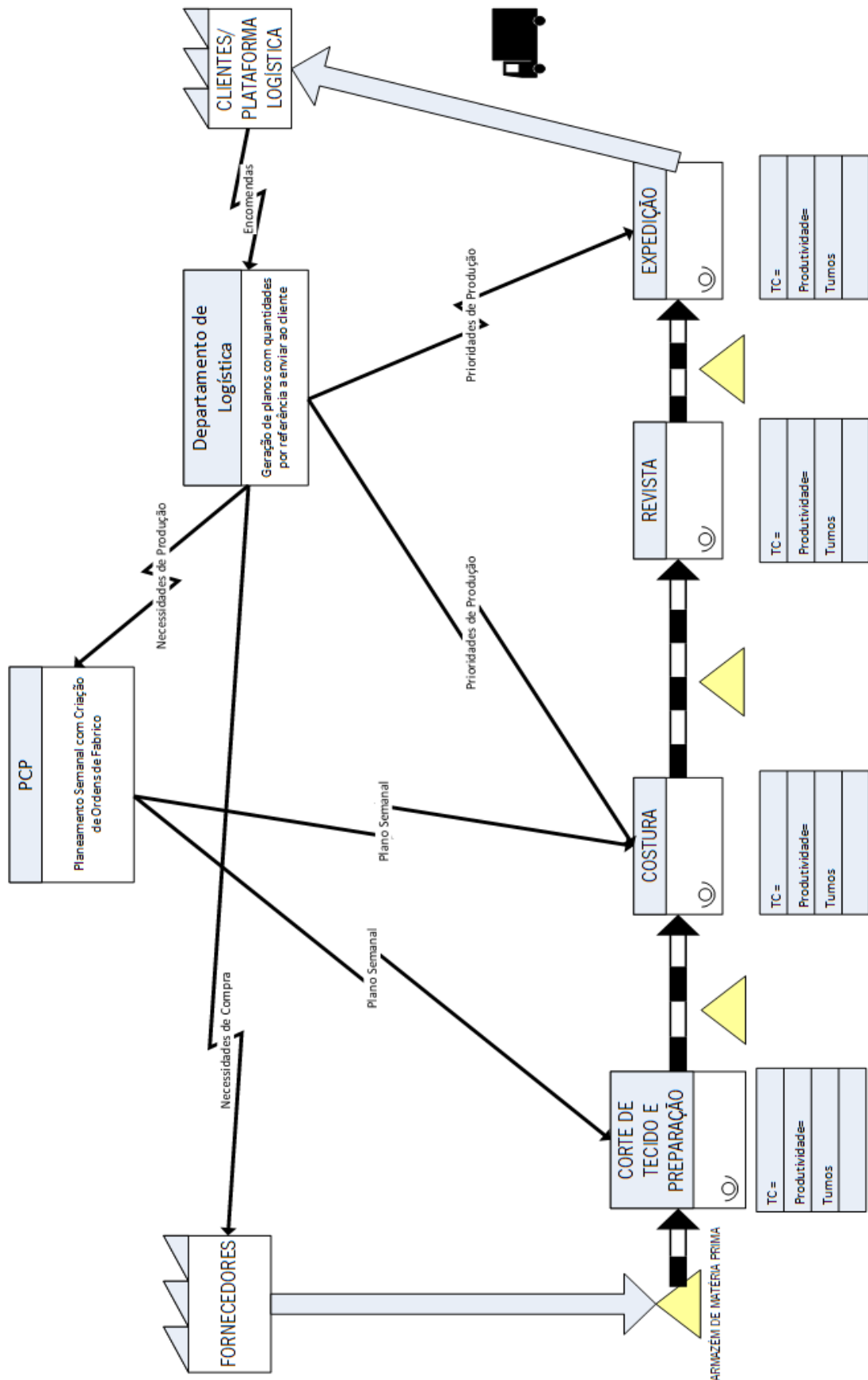


Figura 13 – VSM simplificado da Coindu.





### 3.4.2 Corte de *Lectras*

Esta secção é responsável pelo corte de tecidos, PVC e todos os materiais utilizados no fabrico de uma capa de estofo automóvel que são fornecidos em rolo. O nome pelo qual a secção é conhecida, resulta da designação das máquinas utilizadas, as *Lectras*.

Para efetuar a operação de corte, os rolos são estendidos num tapete onde atua um *robot* que executa um plano de corte. Normalmente são cortadas várias camadas de material em simultâneo, de modo a aumentar a produtividade das máquinas. Devido a este facto existe tendência para existir um elevado volume de WIP nesta secção.

### 3.4.3 Corte de Couro

O processo de corte de couro foi executado ao longo da história da empresa com prensas e cortantes. Contudo devido às baixas eficiências apresentadas e apoiada nos avanços tecnológicos de leitura e tratamento de imagem, a empresa já está a adotar máquinas em que o colaborador estende a pele a cortar, de seguida, uma câmara recolhe a imagem da pele e são localizadas as zonas a não incluir nas peças, posteriormente a pele é cortada pelo robot com recurso a um laser.

Ainda na secção de Corte de Couro, é realizado o faceamento das peças, que consiste na redução de espessura da zona a costurar, e a laminagem, que consiste na aplicação de espuma (cortada na secção do Corte de *Lectras*) na parte de trás da peça através de um processo de termocolagem.

### 3.4.4 Preparação

Esta secção recebe as peças cortadas tanto no Corte de Couro, como do Corte de *Lectras* e agrega as quantidades necessárias de cada peça de acordo com as ordens de fabrico (OF) a serem costuradas. Junto dos componentes a ser costurados é colocada uma folha de acompanhamento onde está explicitada a OF, a referência, a quantidade a produzir e um desenho de montagem da referência.

### 3.4.5 Costura

Na Coindu, as áreas destinadas à costura são designadas por PPMM (*Product Planning, Making and Managing*) seguido de um número. A presente dissertação incide na PPMM1 que é responsável pela produção de 3 modelos, Audi A3, Audi B9, VW Sharan e Seat Alhambra. Nesta existem cerca de 300 colaboradores divididos em dois turnos.



#### 3.4.6 Revista

Após a confeção das peças, estas são transportadas para uma zona de revista onde é efetuado um controle de qualidade à totalidade das peças produzidas, com o objetivo de impedir a expedição de peças com defeito, salvaguardando a imagem da Coindu perante os seus clientes. Também nesta zona, é efetuado o embalamento das peças de acordo com os standards contratados, sendo posteriormente as embalagens enviadas para a expedição.

#### 3.4.7 Expedição

Esta secção é responsável por receber o produto acabado e posteriormente enviá-lo para os clientes, considerando a documentação necessária, bem como especificações particulares de cada cliente.

### 3.5 Sistemas de informação para a produção utilizados

Relativamente aos sistemas de informação utilizados pela empresa, realça-se a utilização de um ERP, o SAP, para gestão recursos humanos, contabilidade, inventário, entre outros. Para além deste software, é também utilizado um outro, desenvolvido pela empresa, denominado Sistema Integrado de Apoio à Produção (SIAP), o qual é utilizado para gestão do chão de fábrica. Abaixo, na Figura 14 apresenta-se uma representação esquemática da relação existente entre estes *softwares*, realçando funções relevantes a nível da produção.

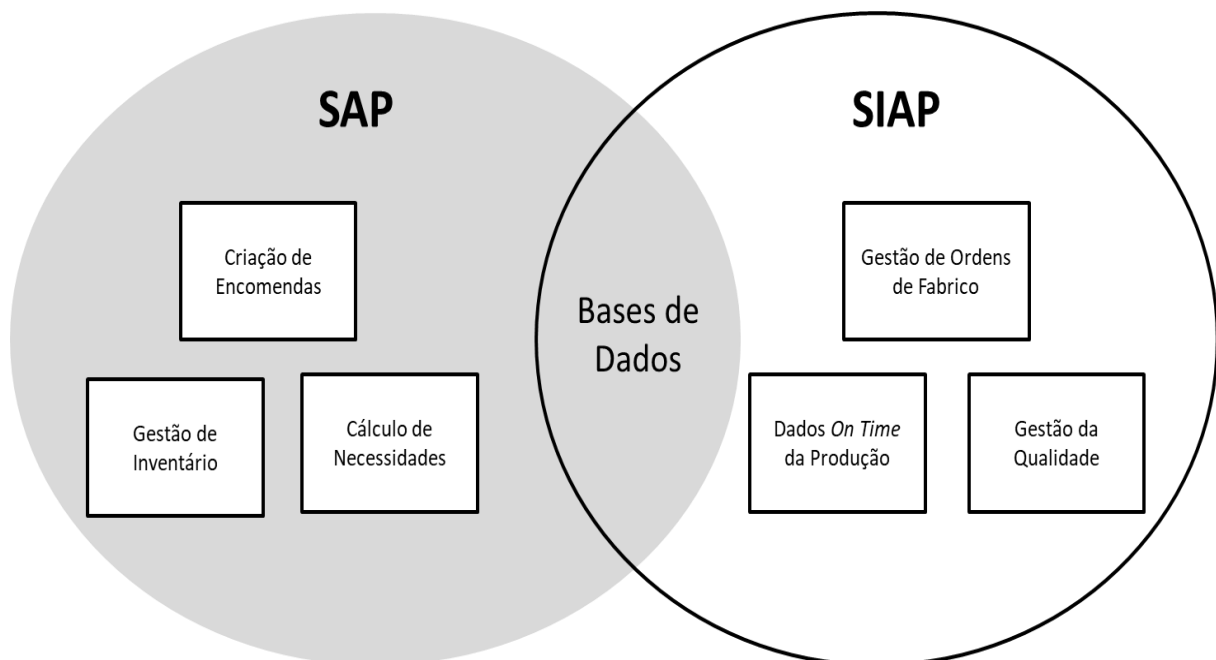


Figura 14 – Integração entre os *softwares* SAP e SIAP.



O SIAP é utilizado em todas as secções da empresa, sendo que as suas principais funções são descritas de seguida:

- Gestão de Ordens de Fabrico: a partir do momento em que é criada uma ordem de fabrico, ela tem de seguir de operação em operação de acordo com o roteiro de fabrico definido para o artigo em questão, sendo que o SIAP obriga a que esse roteiro seja seguido. Para além disso nele fica registado uma série de informações relevantes como datas e horas de início e conclusão das operações, bem como a localização da ordem de fabrico.
- Gestão da Qualidade: todos os defeitos detetados são registados no SIAP, permitindo então aceder a um histórico de defeitos que pode ser facilmente tratado e analisado. Para além desta potencialidade, o sistema ainda permite a requisição de componentes para efetuar a reparação de defeitos, assegurando mais uma vez o seguimento da rota de fabrico pré-estabelecida.
- Dados *On Time* da Produção: nas várias secções é possível inserir no sistema a informação de que um dado produto está produzido, permitindo aceder ao estado de fabrico ao em qualquer momento.

A partir desta descrição, conclui-se a importância do SIAP para a empresa. Este programa classifica-se como um MES (*Manufacturing Execution System*) sendo de extremamente valioso para a gestão dos fluxos de materiais na organização.



## **4. APRESENTAÇÃO DO ESTADO ATUAL DA SECÇÃO DE COSTURA**

O presente capítulo apresenta a descrição e análise crítica de uma secção de costura da Coindu, incluindo a análise aos processos de gestão da mesma.

### **4.1 Planeamento da Produção**

O processo de planeamento da produção na Coindu ocorre através da interação entre três departamentos da empresa, o Departamento de Planeamento, o Departamento Logístico e o Departamento de Produção. Como se pode observar na Figura 15, o processo de criação de um plano de produção inicia-se com a colocação de necessidades por parte do cliente ao departamento logístico da Coindu. Por sua vez, este analisa as quantidades de produto acabado existentes nos depósitos da empresa e efetua o cálculo de necessidades líquidas de produção. Após este passo, o departamento logístico verifica se existe capacidade de produção e efetua ajustes caso seja necessário. Posteriormente calcula as necessidades de materiais e informa o Departamento de Compras.

Como resultado da execução das atividades descritas, por parte do Departamento Logístico, surge um ficheiro denominado de Encomenda Semanal, no qual são apresentadas ao Departamento de Planeamento as quantidades de produção necessárias de cada artigo para uma dada semana.

De seguida, o Departamento de Planeamento divide as quantidades a produzir pelas diferentes células de costura ao longo dos dias da semana e de acordo com a capacidade de produção de cada célula. Após a conclusão desta operação, são criadas ordens de fabrico em SAP, ficando disponíveis também no SIAP. Deste modo o processo é concluído, com a libertação das ordens de fabrico para o chão de fábrica.

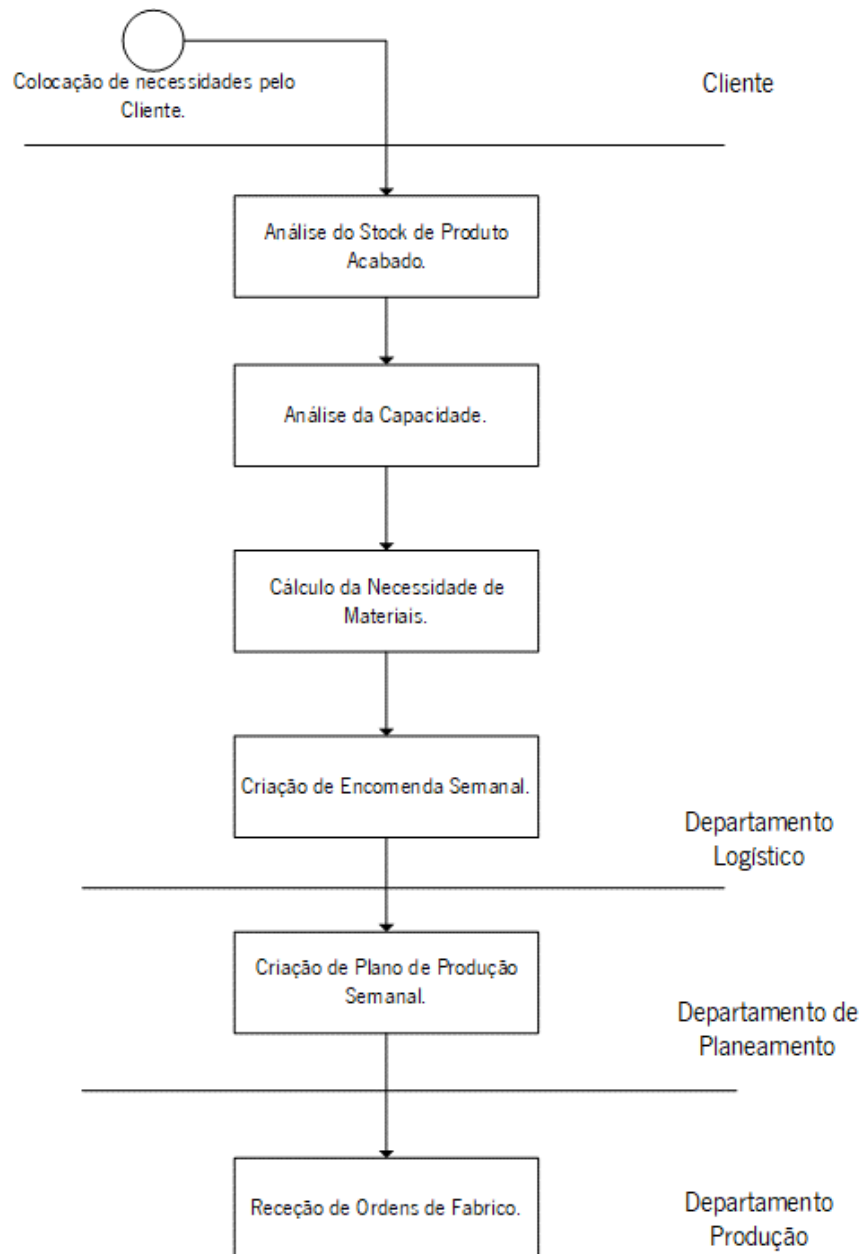


Figura 15 – Modelação do processo de criação de um plano de produção.

Na presente dissertação, será dado ênfase à atividade de criação do plano de produção semanal, devido ao impacto que este tem na secção de costura, local de intervenção deste projeto. Assim, na Figura 16, está ilustrado um excerto do plano de produção da semana 8 do ano 2018. O plano completo encontra-se no Anexo II – Plano de Produção AB3 Stoff (AF e EF) – Semana 08.





 <b>Plano produção AB3 STOFF - SEMANA 08</b> 								
Ref. PA	Texto breve material	PO PA	18-fev	19-fev	20-fev	21-fev	22-fev	Equipa
30708G1A0011AA	AF RAL SL	1432508005			60			44J1E03C
30708G1A0011AA	AF RAL SL	1432508006			60			
30708G1A0011AA	AF RAL SL	1432508008				46		
30708G1A0011AA	AF RAL SL	1432509001				60		
30708G1A0011AA	AF RAL SL	1432509002		60				
30708G1A0011AA	AF RAL SL	1432509003					42	
30708H1B0010IAA	AFD REG SOUL	1432500001			56			44J1E05A
30708H1B0010IAA	AFD REG SOUL	1432500002		264				
30708H1C0010IAA	AFE REG SOUL	1432514001				56		
30708F4A0010IAA	AF IDX SOUL	1434135001	264					
30708H4B00T0TAA	AFD REG KTB	1434144001					24	
30708H4B00C0CAA	AFD REG FLG	1434143001					15	
30708H4C00C0CAA	AFE REG FLG	1434145001					15	
30708H4C00T0TAA	AFE REG KTB	1434146001					24	
30708G1A0011AA	AF RAL SL	1432508001			60			44J1E05C
30708G1A0011AA	AF RAL SL	1432508002		60				
30708G1A0011AA	AF RAL SL	1432508003			60			
30708G1A0011AA	AF RAL SL	1432508004		60				
30708G1A0011AA	AF RAL SL	1432508007				60		
30708G4A0011AA	AF RAL SL	1434149001					96	

Figura 16 – Excerto do Plano de Produção Semanal do modelo AB3 Stoff.

No plano de produção, cada linha corresponde a uma ordem de fabrico (OF) em que existe a informação do código e descrição do artigo, o código da ordem de fabrico, a data em que é permitido iniciar a produção da quantidade de artigo da OF e a célula onde está previsto produzir a OF.

Ao analisar o plano podem tirar-se várias conclusões:

- Tamanho das OF variável para o mesmo artigo. Por exemplo, na Figura 16 pode observar-se que o artigo “AF RAL SL” apresenta OFs, cujo tamanho é 42, 46, 60 e 96 peças.
- Existem duas células, a 44J1E03C e a 44J1E05C sem tarefas alocadas para o primeiro dia do plano.

Para além dos problemas identificados nos pontos acima, deve ainda efetuar-se uma análise da carga planeada. A partir dos tempos de produção teóricos, obtêm-se os seguintes perfis de recursos para as 3 células do plano da Figura 16. Consideraram-se também os valores da eficiência esperada para cada uma das células de modo a inferir um tempo de produção mais próximo da realidade. A Tabela 3 apresenta os dados a partir dos quais se efetuou a análise da carga pelo método do perfil de recursos. A capacidade da célula foi convertida para o número total de minutos de mão de obra trabalhada para permitir mais diretamente a comparação com a carga da célula também em minutos.



Tabela 3 – Dados para análise da carga pelo método do perfil de recursos.

<b>Célula</b>	<b>Número de Colaboradores</b>	<b>Tempo de turno (min)</b>	<b>Capacidade (min)</b>	<b>OEE</b>
<b>44J1E03C</b>	6	450	2700	48%
<b>44J1E05A</b>	5	450	2250	61%
<b>44J1E05C</b>	10	450	4500	29%

No perfil de recursos apresentado na Figura 17 podem verificar-se alguns aspetos que consistem em problemas de planeamento, sendo eles a existência de um dia sem carga, a falta de nivelamento da carga, e, considerando os tempos de produção afetos da eficiência da célula, existem dois dias com carga superior à capacidade. Para o cálculo da carga, efetuou-se o produto entre as quantidades a produzir de cada artigo e o tempo de processamento correspondente. Efetuou-se o cálculo da carga da célula para um OEE de 100% e para o OEE obtido a partir do histórico da célula.

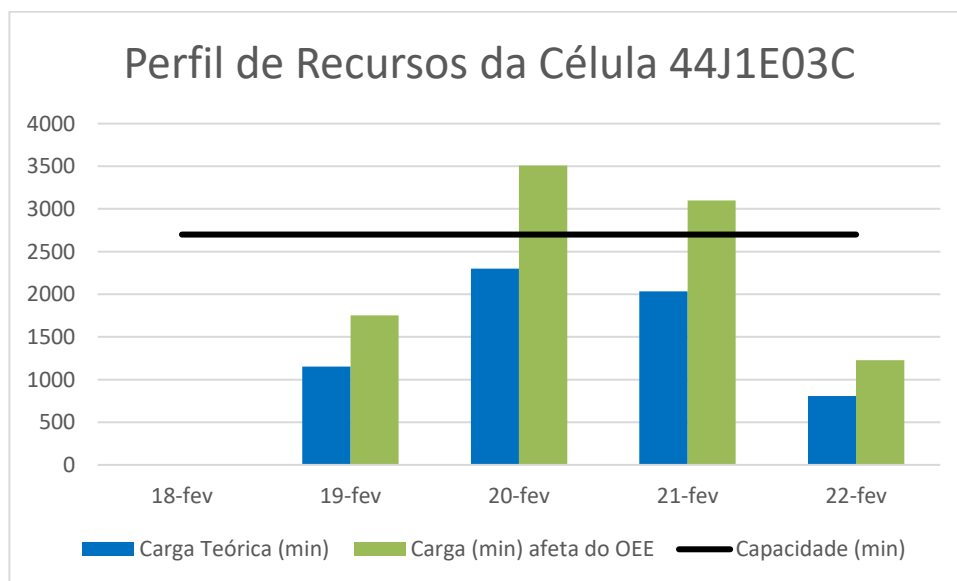


Figura 17 - Perfil de recursos da célula 44J1E03C na semana 8 de 2018.

Considere-se também o perfil de recursos da célula 44J1E05A, disponibilizado no gráfico da Figura 18. Neste, pode notar-se a existência de carga planeada em todos os dias, contudo, nos dois dias iniciais a carga é superior à capacidade e nos três últimos existe excesso de capacidade.

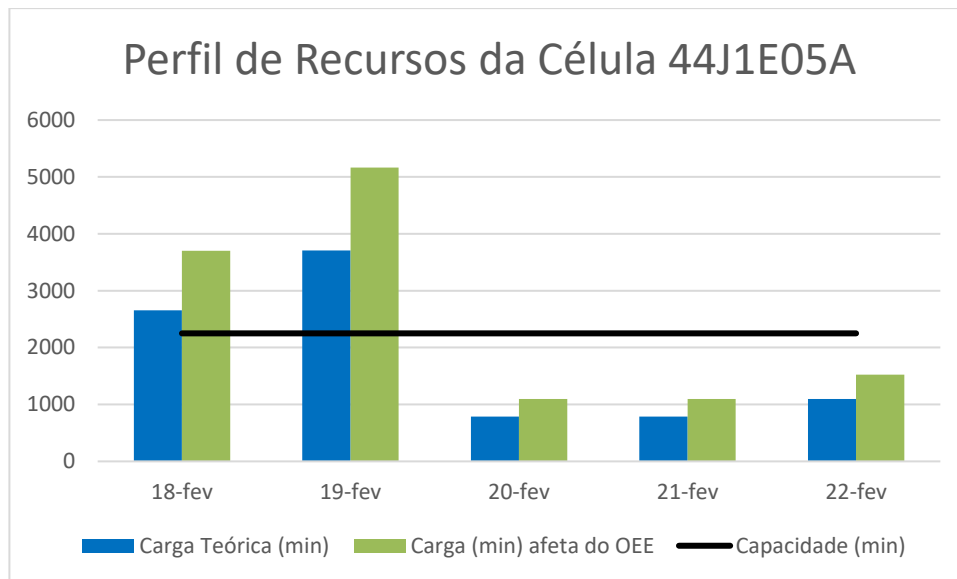


Figura 18 - Perfil de recursos da célula 44J1E05A na semana 8 de 2018.

Reparando agora na Figura 19, que apresenta o perfil de recursos da célula 44J1E05C, pode também notar-se a existência de um dia sem carga, bem como uma folga dilatada entre a carga e capacidade diária nos restantes dias.

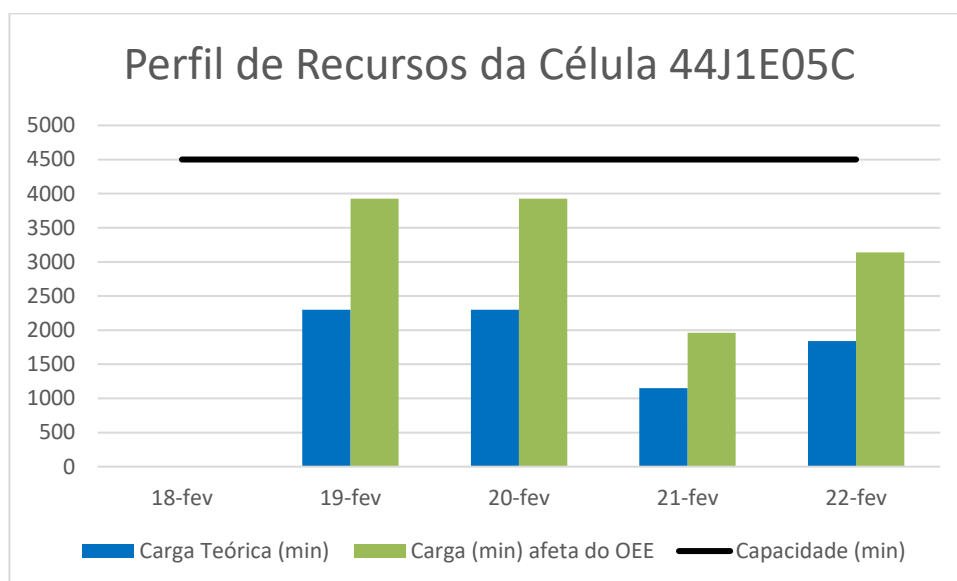


Figura 19 - Perfil de recursos da célula 44J1E05C na semana 8 de 2018.

Assim, após a análise dos perfis de recursos das três células tomadas de exemplo, procede-se ao cálculo de alguns indicadores de desempenho que serão considerados em capítulos posteriores para comparação de diferentes planos. Os indicadores calculados são o Lead Time e o Makespan, anteriormente apresentados no capítulo Planeamento e Controlo da Produção – Gestão e Controlo, podendo consultar-se os cálculos no Anexo III – Cálculo de indicadores do plano de produção antigo. O





Tempo de Percurso Médio obtido para o plano de produção apresentado na Figura 16 é de 3,79 dias e o Makespan é de 5,60 dias.

## 4.2 Escalonamento da Produção

Através da análise dos procedimentos de gestão das células de costura na empresa onde se efetuou a presente dissertação, percebeu-se que não está definido um processo de escalonamento de Ordens de Fabrico. Assim, a escolha dos artigos a produzir é efetuada maioritariamente por supervisores de produção (cuja responsabilidade é de supervisionar o funcionamento de um conjunto de células de costura, bem como formar a mão de obra), não obedecendo a regras que a empresa tenha analisado e definido com as que melhor contribuem para o seu desempenho.

Os aspetos acima descritos criam entropia no sistema, dado que a utilização de contactos telefónicos e emails prolifera na empresa, ou seja, não existe integração de um processo de escalonamento na gestão da produção das células de costura.

## 4.3 Identificação dos 7 desperdícios

- Defeitos

A produção de artigos defeituosos origina retrabalho, prejudicando assim a produtividade das células, podendo por vezes criar sucata. Devido ao facto de o processo de costura ser bastante manual, a ocorrência de defeitos é elevada e obriga a Coindu a investir em operações de controlo de qualidade. A empresa tem implementado o processo de revista de todas as peças produzidas, de modo a minimizar o número de artigos defeituosos fornecidos e assim manter um bom nível de serviço.

Todas as semanas é identificado o tipo de defeito mais recorrente e a célula com maior número de defeitos produzidos. Posteriormente essa informação é tratada e são analisadas as causas de ocorrência dos defeitos.

- Movimentações

O elevado nível de WIP na secção de costura, resultante de tamanhos de lote muito elevados, propicia a perda de peças, sendo as movimentações frequentes à procura de peças ou matérias primas perdidas na secção.

- Transportes



A falta de escalonamento provoca a colocação de materiais em zonas de acumulação de WIP, cuja localização não está normalizada. Desse modo, sempre que é necessário iniciar o processamento de uma nova Ordem de fabrico, os colaboradores das células de costura têm de transportar os materiais para a célula. A falta de escalonamento impossibilita a criação de processos de abastecimento das células mais eficientes, como por exemplo a utilização de *milk runs*.

- Sobreprodução

Devido ao elevado tamanho de lote, ao elevado WIP na secção e à falta de clarificação da questão “o que vai ser produzido, por quem e quando?”, existe acumulação de materiais que estão disponíveis para ser costurados que não são, do ponto de vista lógico, os que devem ser produzidos.

- Sobreprocessamento

A falta de formação de muitos operadores, gera, num processo transformativo tão manual, como a costura, desperdícios de sobreprocessamento. Por exemplo, após a costura, os colaboradores com menos formação efetuam retoques na zona costurada, contudo esses retoques perdem o efeito com a manipulação das peças nos postos seguintes.

- Esperas

Devido aos problemas existentes nos processos de programação da produção, ocorrem esperas provocadas pela distribuição ineficiente e não padronizada da carga pelas células, provocando problemas de abastecimento às mesmas e deste modo, paragens por falta de materiais.

- Inventário

O elevado nível de inventário em curso de fabrico é uma constante na secção de costura e deriva da falta de mecanismos de controlo da produção, como por exemplo *kanbans* a controlar os fluxos de materiais.

#### **4.4 Estudo de tempos**

De modo a encontrar as causas para os atuais valores de produtividade das células de costura, efetuou-se um estudo de tempos para verificar o balanceamento das operações da célula 46J1E02A, constituída por 5 colaboradores e responsável pela produção da peça ETDs BS.

A alocação das operações aos colaboradores deve privilegiar uma distribuição de carga de trabalho nivelada de modo a minimizar o tempo de ciclo do *bottleneck*. Na Figura 20 encontra-se o esquema de montagem de um ETD BS para melhor compreensão das operações cronometradas.

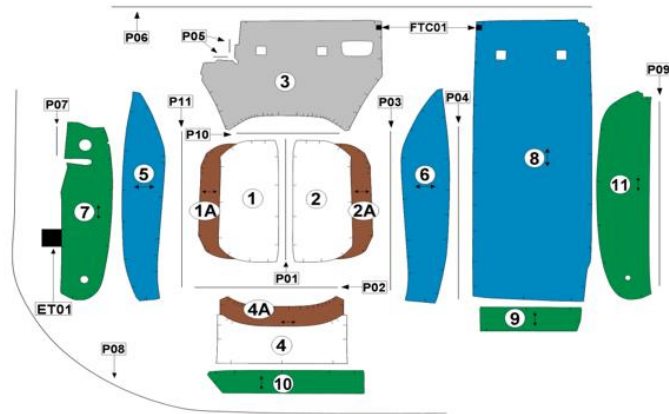


Figura 20 - Esquema de montagem do ETD BS.

Na Tabela 4 encontra-se o resultado obtido a partir da identificação e cronometragem das operações para a peça em estudo.

Tabela 4 - Resultado do Estudo de Tempos para o ETD BS.

Nº OP	Descrição	T0(s)	Colaborador	Posto
1	UNIR PÇ 1 À 1ª	38	C	17
2	UNIR PÇ 2 À 2ª	40	C	17
3	UNIR PÇ 4 À 4ª	35	C	17
4	UNIR PÇ 1 À PÇ 2	25	DR	20
5	APLICAR TNT P01 NO CONJ. 1/2	25	C	17
6	APLICAR PERFIS P05 (1X)	13	P	21
7	APLICAR PERFIS P05 (2X)	13	P	21
8	UNIR PÇ 3 AO CONJ. 1/2	25	DR	20
9	APLICAR TNT P10 NO CONJ.1/2/3	26	D	22
10	UNIR PÇ 4 AO CONJ.1/2/3	23	DR	20
11	ALICAR TNT P02 NO CONJ.1/2/3/4	26	D	22
12	UNIR PÇ 6 AO CONJ. CENTRAL	39	DR	20
13	APLICAR TNT P03	31	D	22
14	UNIR PÇ 5 AO CONJ. CENTRAL	32	DR	20
15	APLICAR TNT P11	43	D	22
16	UNIR PÇ 10 AO CONJ. CENTRAL	34	S	23
17	APLICAR PERFIL P07 NA PÇ 7	15	P	21
18	EFEUTUAR CRAVADO NA PÇ 7	11	P	21
19	UNIR PÇ 7 AO CONJ. CENTRAL	46	S	23
20	EFEUTUAR CRAVADO NO C.J. ANT.	11	P	19
21	UNIR A PC 8 À PC 9	18	DR	20
22	UNIR A PC 11 AO CONJ. 8/9	38	S	23
23	UNIR O CONJ. 8/9/11 AO CONJ. CENTRAL	51	S	23
24	EFEUTUAR CRAVADO NA COSTURA ANTERIOR	11	S	23
25	APLICAR TNT P04	38	D	22
26	APLICAR PERFIL P08 E EM SIMULTÂNEO ET01	50	P	19
27	EFEUTUAR CRAVADO	11	P	19
28	APLICAR PERFIL P06	29	P	19
29	APLICAR PERFIL P09	25	P	21



Assim, na tabela acima, a coluna “Nº OP” indica o índice da operação, a coluna “Descrição” apresenta uma descrição da operação apoiada no desenho de montagem da Figura 20, já a coluna “Posto” indica o índice do posto onde é realizada a operação, a coluna “TO(s)” indica o Tempo da Operação em segundos, por fim, a coluna “Colaborador” é utilizada para identificar a que colaborador está alocada a operação.

A Figura 21 apresenta a comparação entre o TC em segundos de cada posto e o Tempo de Ciclo Ótimo (TCO) que consiste na divisão uniforme da carga pelos 5 colaboradores.

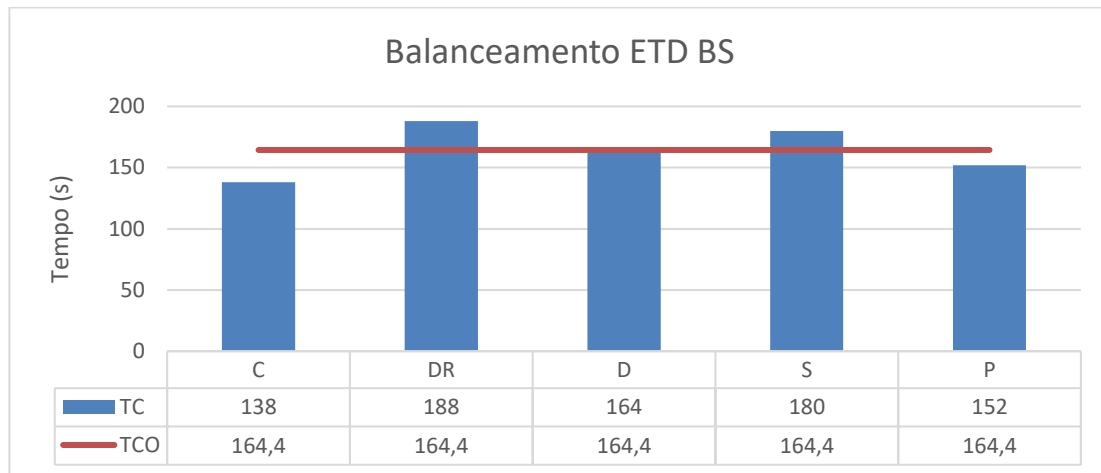


Figura 21 - Comparação entre o TC de cada posto e o TC ótimo.

É possível constatar que o colaborador DR é o *bottleneck* da célula, atribuindo ao sistema um TC de 188s. Admitindo que o Tempo Disponível da célula é de 450 minutos, a produção máxima que poderia ser obtida é dada pela seguinte equação:

$$\text{Produção Máxima Turno} = \frac{450 \times 60}{188} = 143 \text{ peças/turno}$$

Foi também efetuado um desenho do fluxo de materiais intracelular, apresentado na Figura 22, onde se representaram todos os transportes de materiais constituintes do ETD BS. Podem contabilizar-se 11 transportes que perfazem um total de 7.5m de distância percorrida pelos materiais até a peça ser concluída no posto 21.

A existência do tipo de desperdício transportes provoca o aumento do WIP na célula que por sua vez aumenta a desorganização do fluxo aumentando o tempo gasto pelos colaboradores em gestão desse mesmo WIP.

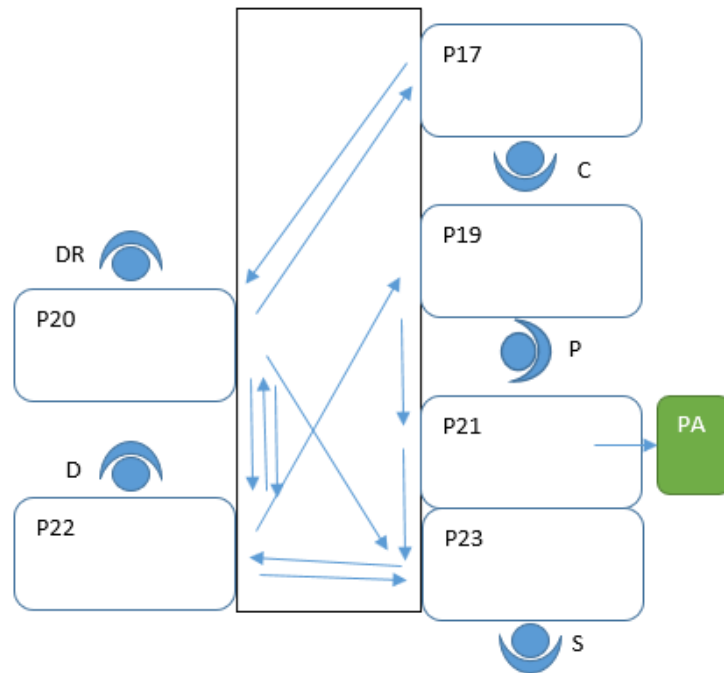


Figura 22 – Fluxo de materiais intracelular na célula 46J1E02A.

Detetou-se também, no estudo da célula, a existência de uma operação de *setup* que é originada pela existência de TNTs com diâmetros diferentes. A colocação de TNTs é auxiliada por uma calha que para além de conferir estabilidade na execução da operação, atua como Poka-Yoke preventivo garantindo que não é colocado nenhum TNT com diâmetro superior ao da calha.

Assim segue na Tabela 5 a associação das operações de colocação de TNTs ao diâmetro dos mesmos para ilustrar a causa da necessidade de *setup*. Verificou-se também que o colaborador responsável pela colocação de TNTs efetuava um *setup* a cada 5 peças.

Tabela 5 – Operações de colocação de TNTs Vs. diâmetro dos TNTs.

Op.	Descrição	T(s)	Diâmetro (mm)
9	APLICAR TNT P10 NO CONJ.1/2/3	26	2
11	ALICAR TNT P02 NO CONJ.1/2/3/4	26	2
13	APLICAR TNT P03	31	2
15	APLICAR TNT P11	43	4
25	APLICAR TNT P04	38	2

As operações de *setup* foram identificadas, classificadas e cronometradas como ilustra a Tabela 6, contabilizando-se 69s para realização do *setup*. Nota-se que, atendendo aos tipos de operação de *setup* da metodologia SMED, todas as operações descritas são do tipo interno, dado que é indispensável a paragem da máquina para a realização das operações.



Tabela 6 – Descrição das operações de setup.

<b>OP</b>	<b>Descrição</b>	<b>Ferramenta</b>	<b>Tipo de Operação</b>	<b>T(s)</b>
<b>1</b>	Com a chave estrela, desapertar o parafuso do suporte do guia.	Chave Estrela	Interna	23
<b>2</b>	Remover o guia.		Interna	7
<b>3</b>	Posicionar o novo guia no suporte.		Interna	11
<b>4</b>	Apertar o parafuso com a chave estrela.	Chave Estrela	Interna	28

Assim, considerando que o colaborador efetua um setup a cada 5 peças, estima-se que para uma produção ótima de 164 peças em 450 min de turno, o colaborador efetuará 32 setups, o que corresponde a 36.8 min de setup por dia, ou seja 8% do tempo disponível do posto onde são realizadas as operações de colocação de TNT.





## 5. PROPOSTAS DE MELHORIA

Neste capítulo são apresentadas as propostas de melhoria que visam a eliminação dos desperdícios acima enumerados, levando a uma melhor produtividade e monitorização do sistema produtivo.

### 5.1 Melhorias na célula 46J1E02D

Na presente secção são apresentadas as melhorias implementadas para colmatar os problemas enunciados no capítulo 4.4. Primeiramente é apresentada a utilização da metodologia SMED para num posto de trabalho da célula, sendo de seguida apresentado o novo balanceamento e consequente fluxo de matérias intracelular.

#### 5.1.1 Redução do tempo de Setup num posto de trabalho

O setup de troca de guias para colocação de TNTs ocupa cerca de 8% do tempo de turno de um posto de trabalho da célula, pelo que deve ser melhorado de forma a melhorar o fluxo intracelular. Assim, através da aplicação da metodologia SMED foram identificadas as operações internas e externas, constantes na Tabela 6, de onde se concluiu que apenas existem operações internas.

Verifica-se, no entanto a utilização de ferramentas para remoção de um guia e aperto de outro, de onde se deduz que, tal como sugere a literatura, se podem utilizar dispositivos de *Quick Changeover*. Assim, desenvolveu-se um dispositivo rotativo que contém dois guias dispostos no mesmo plano e que fazem um ângulo de 90° entre si, desta forma, um dos guias está na posição passível de ser utilizado, enquanto que o outro está numa posição de não utilização.

A Figura 23 apresenta o dispositivo criado para redução do tempo de setup de troca de guias de TNTs. Com este novo dispositivo, apenas se colocam os dois guias a ser utilizados no posto, sendo que posteriormente a mudança de utilização entre estes dois guias é de cerca de 4s, o que permite um ganho de 65s face ao estado inicial. Assim, assumindo o mesmo número de setups atual, 32 ao longo do turno, obtém-se o total de 128s de setup no turno que corresponde a 0,5% do tempo total de turno (450 min).



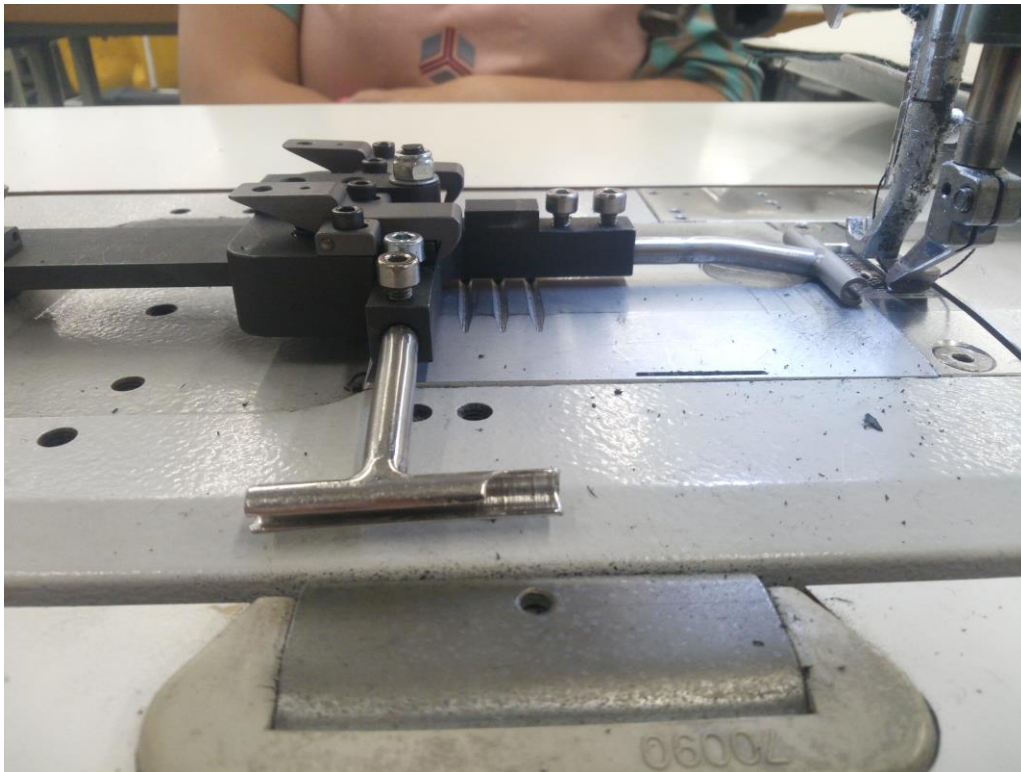


Figura 23 – Dispositivo implementado para redução do tempo de setup.

#### 5.1.2 Alteração do balanceamento

Dado o objetivo de aumentar a produtividade da célula, foi efetuado estudo de tempos através da cronometragem das operações, de modo a identificar o TC de cada operador. Em simultâneo foi construído um diagrama de circulação de materiais onde se representaram os transportes de materiais dentro da célula.

Após o levantamento inicial, as operações foram redistribuídas com o objetivo de reduzir os transportes intracelulares, bem como equilibrar a carga de trabalho entre todos os operadores. Assim, obteve-se um novo balanceamento das operações que está representado no gráfico da Figura 24. O problema de construção do novo balanceamento para a célula pode ser resumido nos seguintes tópicos:

- Objetivo: Aumentar produtividade da célula
- Restrições:
  - Manter os mesmos colaboradores
  - Polivalências de costura dos colaboradores
  - Utilização do conjunto de máquinas já atribuído à célula

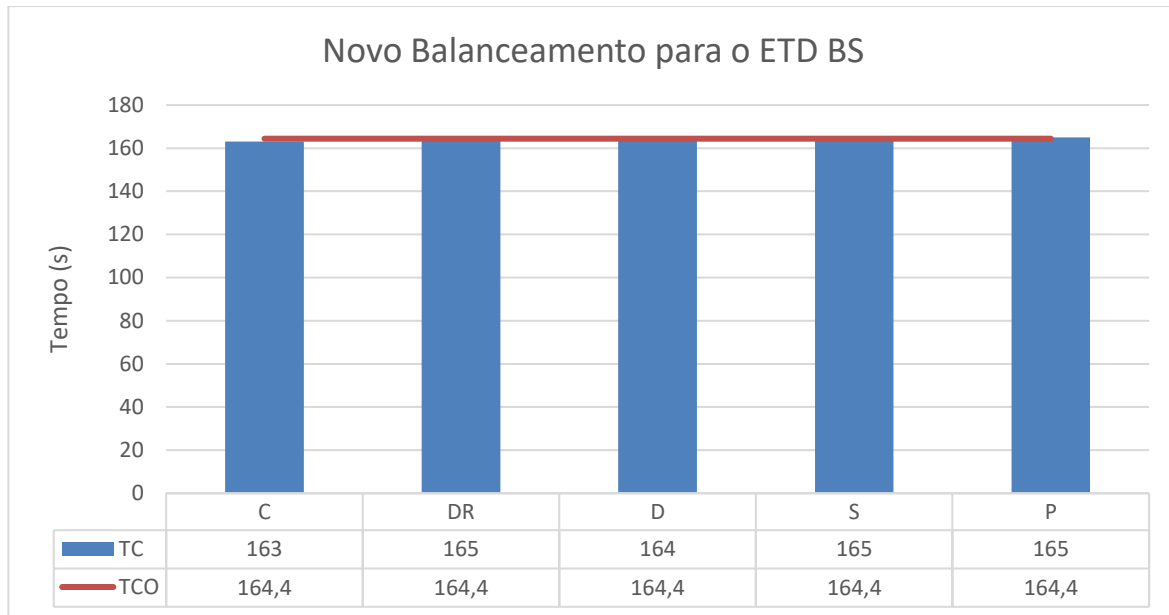


Figura 24 - Balanceamento implementado na célula 46J1E02A.

O balanceamento obtido, cuja alocação de operações segue no Anexo III – Cálculo de indicadores do plano de produção antigo, tem um TC de 165s, o que é apenas 0,6s superior ao TC ótimo para o problema em questão. Assim, durante os 450min de tempo disponível, a produção máxima da célula é dada pela seguinte equação:

$$Produção\ Máxima = \frac{450min * 60}{165} = 163\ peças/turno$$

### 5.1.3 Novo Fluxo de Materiais Intracelular

No processo de atribuição de operações a operadores foi considerado o critério explicitado abaixo, de modo a reduzir o número de transportes de materiais confeccionados dentro da célula, e consequentemente, contribuir para a redução da distância total percorrida pelos mesmos materiais.

- Critério: atribuir a cada colaborador tais operações que façam com que este apenas tenha de passar uma ou nenhuma vez os materiais por ele confeccionados.

Tendo em mente o critério enunciado e as restrições levantadas no capítulo 5.1.2, obteve-se o novo diagrama de circulação de materiais da Figura 25, o qual apresenta os 9 transportes que perfazem um total de 5m.

Deve considerar-se que por trás do operador DR existem máquinas pertencentes a outras células, o que também contribui para o aumento de complexidade do problema de balanceamento de carga operatória pelos colaboradores.

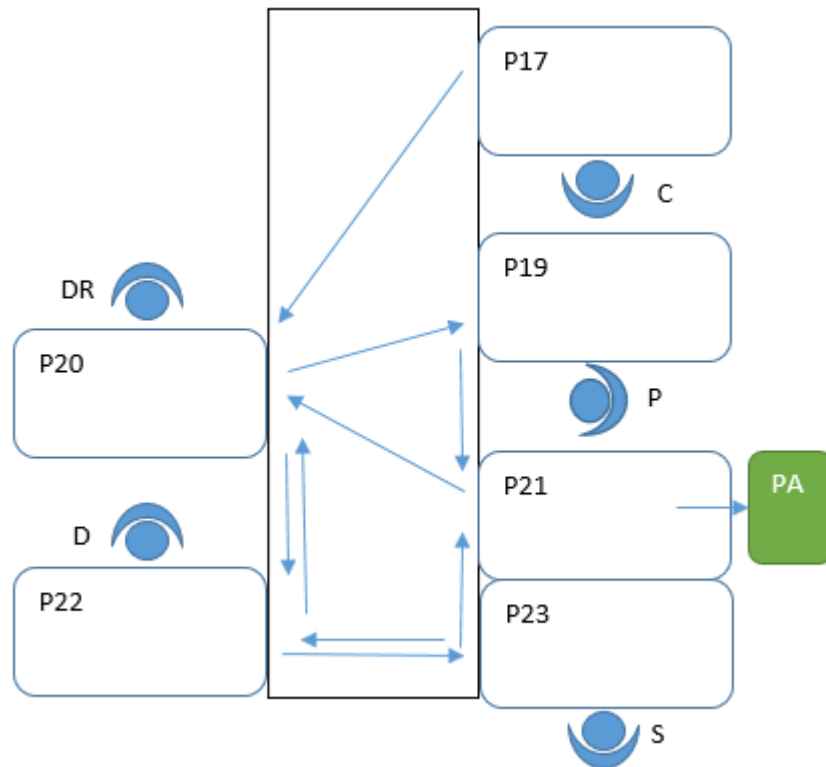


Figura 25 – Novo fluxo de materiais na célula 46J1E02A.

## 5.2 Melhorias no Escalonamento da Produção

Na presente secção são apresentadas melhorias relativas ao escalonamento da produção das quais constam a criação de uma ferramenta informática para geração de programas de produção através de uma heurística criada para o efeito, bem como medidas tomadas para o alcance de melhores resultados nos planos gerados.

### 5.2.1 Programa para Escalonamento da Produção

De modo a melhorar a programação da produção (escalonamento), criou-se uma ferramenta integrada que, através de parâmetros de entrada, definidos pelo utilizador, e da base de dados da empresa, aloca ordens de fabrico a células de produção de forma sequencial.

Na Figura 27 pode consultar-se um diagrama de entidades e relacionamentos da base de dados relacional da empresa, com foco nas tabelas utilizadas para a criação dos planos de produção. Abaixo explica-se o propósito de cada uma das entidades utilizadas, de modo a facilitar a compreensão da estrutura:

- Artigo – esta tabela tem como chave primária o código do produto final (Codigo\_artigo), dado que este é único. Para além deste atributo, a tabela contém também, o tempo teórico de processamento do artigo e a descrição.



- Equipa – cada equipa (célula de produção) tem um código associado, um número de operadores e um valor de OEE associado
- Equipa\_Peça – esta tabela, que tem como chave primária o código do produto final, encontra-se ligada às tabelas Artigo e Equipas, permitindo a definição de competências de cada equipa.
- OFs PA – para a produção de cada lote de produto acabado, existe uma ordem de fabrico de produto acabado (OF\_PA) com um código único.
- Turnos e Intervalos – as tabelas referidas permitem a atribuição de um horário a cada célula de produção.
- Plano Sequenciado – permite o registo de cada plano de produção gerado para alimentar outros sistemas. A chave primária desta entidade é composta pelo Código do Plano e da OF planeada, sendo que uma OF pode aparecer em vários planos, contudo em cada momento só existe um plano ativo que contém todas as OFs com quantidades a produzir maiores que 0.

Com esta estrutura de base de dados é possível utilizar o *software* para efetuar o escalonamento da produção para qualquer unidade fabril da empresa, sendo apenas necessário parametrizar o sistema. As tabelas enunciadas estão armazenadas numa base de dados SQL (*Structured Query Language*) e são consultadas no momento de geração do plano sequencial a partir da parametrização do mesmo. O *software* foi desenvolvido num ficheiro Excel através a utilização da linguagem VBA (*Visual Basic for Applications*) e SQL. Na Figura 26 mostra-se o menu inicial de parametrização do plano.

COINDU PRODUCTION SCHEDULING V010	
Definição de parametros	
Codigo Peca	3
Unidade produção	1101
Data_inicio Ofs	01-01-2018
Data_fim Ofs	30-12-2018
Periodo de Agregação (dias)	1
Total dias a escalonar(congelar)	5
Limite de Excesso de Capacidade	
Data de Inicio do Plano	06-08-2018
Otimizar Setup Cores no Periodo de Congelamento (1->SIM;vazio->NÃO)	
Número de Dias a Considerar Para Validação de Equipas	10
Equipas a considerar	
Linha inicio	
Linha fim	
EXECUTAR	

Figura 26 – Menu Inicial do *software* de escalonamento.

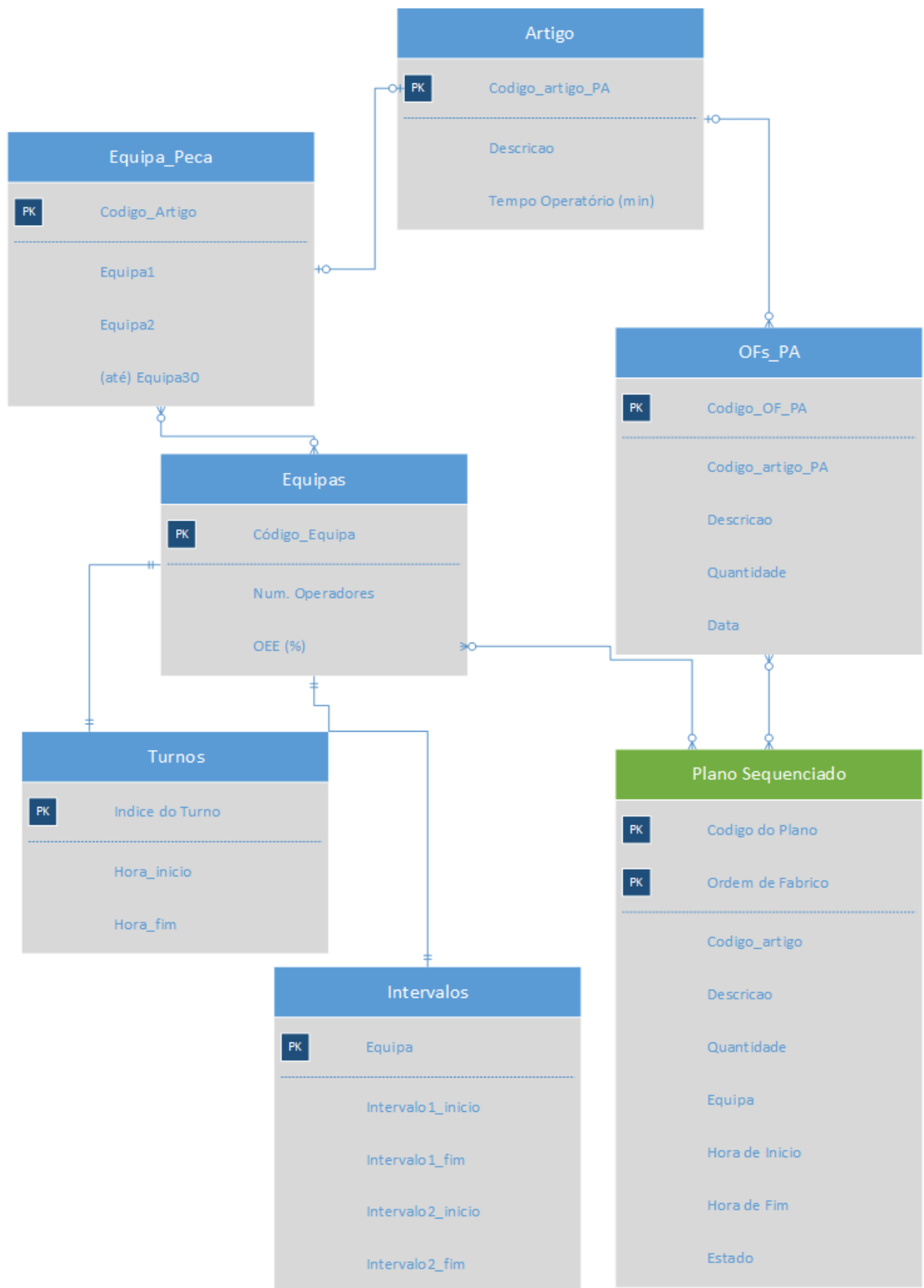


Figura 27 – Diagrama Entidades Relacionamento para a Base de Dados de Planeamento.



Na seguinte lista explica-se a função de cada um dos parâmetros do sistema:

- Código Peça: permite restringir o grupo de peças a incluir no plano, sendo que se podem escrever códigos parciais. Por exemplo na sequência “30708\_5”, o carater “\_” permite incluir no plano todos os artigos cujo código é iniciado por “30708”, e tem um “5” na 7<sup>a</sup> posição.
- Unidade de Produção: permite selecionar a unidade fabril a considerar.
- Data\_início OFs e Data fim OFs: permitem restringir as OFs a incluir no plano a partir do intervalo das datas parametrizado.
- Período de Agregação: permite agrupar quantidades da mesma referência que têm datas diferentes, conforme está ilustrado na Figura 28.

Período de Agregação = 1

Data	06-06-2018	07-06-2018	08-06-2018	09-06-2018	10-06-2018
30708H4K02I0IAA	10		10	10	10

Período de Agregação = 2

Data	06-06-2018 // 07-06-2018	08-06-2018 // 09-06-2018	10-06-2018 // 11-06-2018
30708H4K02I0IAA	10	20	10

Figura 28 – Efeito do parâmetro Período de Agregação no *software* de escalonamento.

- Total de dias a escalonar (congelar): refere o número de dias a considerar para o planeamento, permitindo assim o cálculo da capacidade (minutos) de cada célula de produção, nesse período.
- Limite de Excesso de Capacidade: refere a margem percentual de sobrecarga das equipas, por exemplo, se o valor for de 10%, *software* pode alocar trabalho até uma carga 10% superior à capacidade da equipa.
- Data de início do plano: indica o dia e hora em que o plano será iniciado. Caso o seu valor seja igual ao dia atual, o *software* aloca tarefas que serão iniciadas no momento de geração do plano.
- Otimizar *setups* cores no período de congelamento: caso este parâmetro seja ativado, o *software* aloca as tarefas à equipas, e no final, reordena as tarefas de modo a reduzir o número de *setups* no horizonte temporal do plano (período de congelamento).
- Número de dias para validação de equipas: corresponde ao intervalo de tempo de validade das células de produção, permitindo excluir dados de células que atualmente estejam inativas.
- Células a considerar, Linha Início e Linha Fim: parâmetros utilizados para filtrar as equipas a considerar no plano. Caso estejam vazios, todas as células de costura da Unidade fabril serão consideradas.



De modo a relacionar as tabelas e chegar a uma solução que consista num plano de produção com a carga nivelada, apresenta-se abaixo um algoritmo criado para o efeito, implementado na linguagem *Visual Basic for Applications*.

1. Ordenar tabela “Equipas” por ordem decrescente de OEE
2. Criar tabela “Matriz Necessidades” a partir das datas e quantidades de cada ordem de fabrico
3. Redimensionar tabela a partir do parâmetro “Período de Agregação” (Figura 28)
4. Reordenar a “Matriz Necessidades” (criação de uma matriz triangular superior)
  - a. Ordenar “Código\_Artigo” por Cor
  - b. Dentro de cada *Cluster* de datas, ordenar por ordem decrescente de “Quantidade” necessária
5. Percorrer a “Matriz de Necessidades” desde a primeira referência até à última que tiver quantidades no período correspondente
  - a. Procurar na tabela “OFs”, o “Código\_Artigo” igual, a começar pelo início da tabela
  - b. Procurar “Equipa” com competência para produção do artigo
    - i. Se a “Equipa” tiver capacidade disponível
      1. Alocar a OF
      2. Calcular carga alocada na Equipa, considerando o OEE da equipa
    - ii. Senão
      1. Verificar as outras opções de equipa
    - iii. Caso não exista capacidade
      1. Atribuir Estado de “Falta de capacidade” à OF
6. Para cada equipa da tabela “Equipas”
  - a. Calcular a hora de início e fim da OF através do TC estimado, intervalos e início e fim de turno
  - b. Preencher “Plano\_de\_Produção” com OFs até igualar ou exceder a capacidade diária da equipa
7. Fim

Após a execução do algoritmo acima enunciado, são disponibilizadas ao utilizador uma série de funcionalidades, acessíveis a partir do formulário da Figura 29. Neste pode consultar-se o plano gerado para cada uma das células, avaliar a ocupação através de um gráfico da ocupação percentual, incluir ou excluir dias como sábados, domingos ou feriados. Pode notar-se que o plano escalonado de cada equipa sugere a hora estimada de início e fim de cada ordem de fabrico. É também disponibilizada a funcionalidade de alterar a sequência gerada. No caso exemplificado a célula apresentada é definida pela empresa como contínua, ou seja, é uma célula cujo trabalho é continuado por outra célula do turno seguinte.

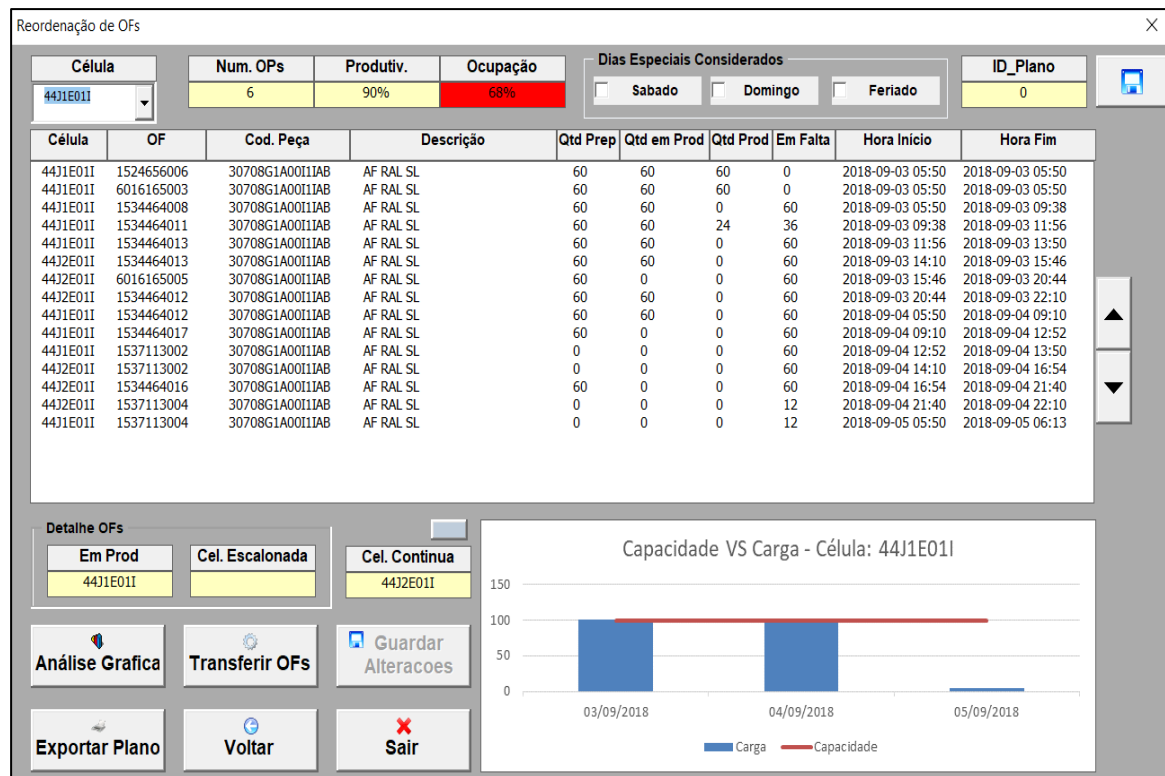


Figura 29 – Exemplo de formulário de consulta e reordenação de OFs.

Pressionando o botão “Transferir OFs”, é aberto o formulário da Figura 30, no qual se podem seleccionar Ordens de Fabrico e realocá-las a outras células. No momento da transferência, são recalculadas as ocupações das células no período de congelamento, as durações previstas das ordens de fabrico e também são reajustados os gráficos da ocupação percentual de cada uma das células.

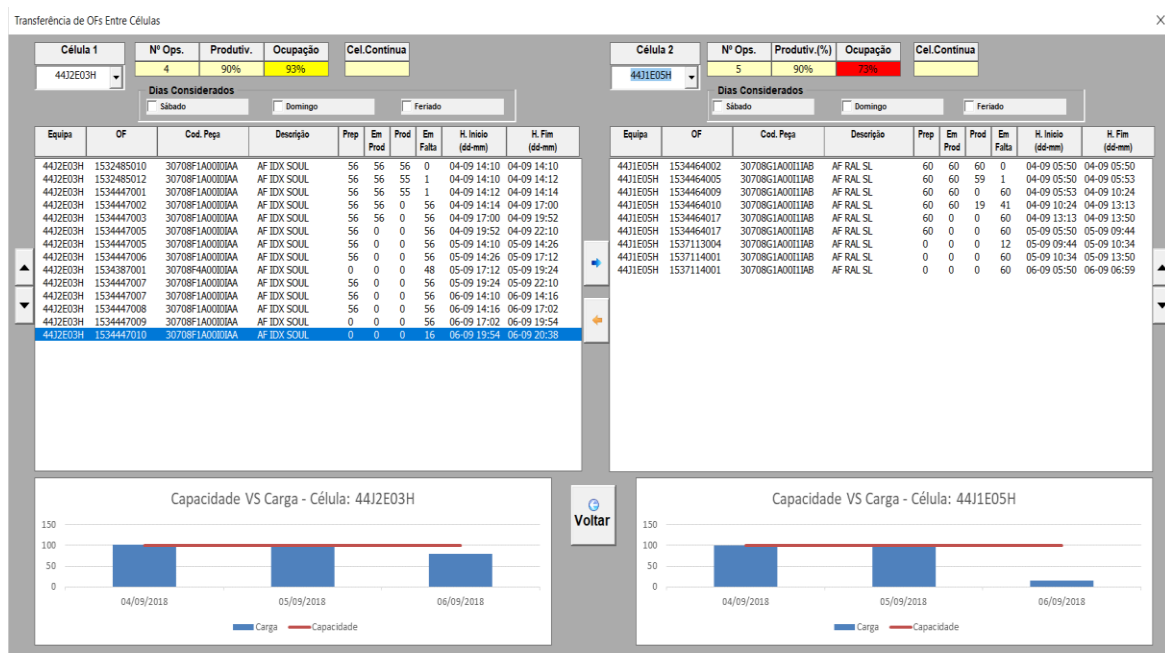


Figura 30 – Formulário de transferência de Ordens de Fabrico.





No final, o plano é guardado numa base de dados e os planos seguidamente gerados são encadeados com os planos guardados, mantendo-se, contudo, as funcionalidades de reordenação e realocação de Ordens de Fabrico.

### 5.2.2 Medidas Para Melhoria dos Resultados da Programação da Produção

De modo a melhorar a taxa de ocupação das células, que consiste no rácio entre a carga e a capacidade, optou-se pela redução do tamanho do lote das OFs para o tamanho dos módulos de embalagem, em vez do caso inicialmente apresentado em que existiam OFs que correspondiam a múltiplos da quantidade de embalagem. Este facto permite uma distribuição mais equilibrada da carga, pois a última tarefa alocada a uma célula terá uma carga que somada à carga já alocada, ultrapassará apenas numa quantidade de minutos reduzida, a capacidade disponível, contrariamente ao que se verificaria com OFs de tamanho de lote elevado. Na Figura 31 apresenta-se, a título de exemplificação, o plano de produção para uma semana da equipa 44J1E05A, onde pode notar-se que apenas são executados dois setups durante o período de congelamento, definido para 1 semana. A quantidade de peças a produzir em cada dia depende, como evidenciado no algoritmo de planeamento, do tempo operativo de cada artigo. O restante Plano de Produção pode ser consultado no Anexo IV – Plano de Produção Obtido com Programa de Planeamento AB3 Stoff (AF) – Semana 08.

 <b>Plano produção AB3 STOFF - SEMANA 08</b> 								
Ref. PA	Texto breve material	PO PA	18-fev	19-fev	20-fev	21-fev	22-fev	Equipa
30708F4A000IAA	AF IDX SOUL	1457185001	24					44J1E05A
30708F4A000IAA	AF IDX SOUL	1457185002	24					
30708F4A000IAA	AF IDX SOUL	1457185003	24					
30708F4A000IAA	AF IDX SOUL	1457185004	24					
30708F4A000IAA	AF IDX SOUL	1457185005	24					
30708F4A000IAA	AF IDX SOUL	1457185006	24					
30708F4A000IAA	AF IDX SOUL	1457185007	24					
30708F4A000IAA	AF IDX SOUL	1457185008		24				
30708F4A000IAA	AF IDX SOUL	1457185009		24				
30708F4A000IAA	AF IDX SOUL	1457185010		24				
30708F4A000IAA	AF IDX SOUL	1457185011		24				
30708H1B000IAA	AFD REG SOUL	1457188001		24				
30708H1B000IAA	AFD REG SOUL	1457188002		24				
30708H1B000IAA	AFD REG SOUL	1457188003			24			
30708H1B000IAA	AFD REG SOUL	1457188004			24			
30708H1B000IAA	AFD REG SOUL	1457188005			24			
30708H1B000IAA	AFD REG SOUL	1457188006			24			
30708H1B000IAA	AFD REG SOUL	1457188007			24			
30708H1B000IAA	AFD REG SOUL	1457188008				24		
30708H1B000IAA	AFD REG SOUL	1457188009				24		
30708H1B000IAA	AFD REG SOUL	1457188010				24		
30708H1B000IAA	AFD REG SOUL	1457188011				24		
30708H1B000IAA	AFD REG SOUL	1457188012				24		
30708H1B000IAA	AFD REG SOUL	1457188013					24	
30708H1B000IAA	AFD REG SOUL	1457188014					8	
30708H1C000IAA	AFE REG SOUL	1457189001					24	
30708H1C000IAA	AFE REG SOUL	1457189002					24	
30708H1C000IAA	AFE REG SOUL	1457189003					8	
30708H4B00T0TAA	AFD REG KTB	1457191001					24	
30708H4C00T0TAA	AFE REG KTB	1457193001					24	

Figura 31 – Plano de Produção da célula 44J1E05A.

Relativamente aos indicadores de desempenho obtidos, nota-se uma melhoria significativa do Lead Time, e uma ligeira melhoria do Makespan, sendo que este se aproxima da duração do período de congelamento. Assim, o valor do Lead Time no novo plano é de 2.057 dias, já o Makespan obtido é de 5.214 dias. O processo de cálculo dos indicadores pode ser consultado no Anexo V – Cálculo de indicadores do plano de produção proposto

Foram construídos os perfis de recursos para as células tomadas de exemplo no capítulo 4.1, pelo que se pode notar uma significativa melhoria ao nível da distribuição da carga, que se encontra de um modo geral mais nivelada. Abaixo segue uma pequena explicação dos resultados ilustrados em cada um dos gráficos para melhor compreensão das possibilidades de alcance do algoritmo construído.

A Figura 32 representa o perfil de recursos obtido para a célula 44J1E03C, através do novo algoritmo de planeamento de produção. Nota-se que a carga se encontra perfeitamente nivelada e em poucos minutos excede a capacidade definida para cada dia da célula. Este estado resulta do facto da redução do tamanho das OFs, que permite um melhor empacotamento da carga.

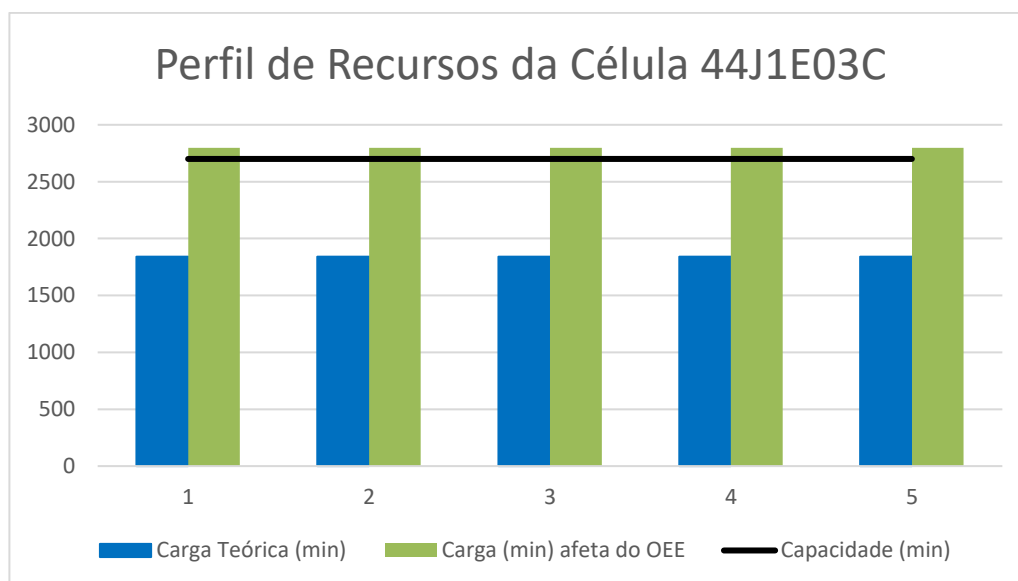


Figura 32 - Perfil de recursos da célula 44J1E03C, obtido através no novo plano de produção.

Por outro lado, o gráfico da Figura 33 espelha o resultado da adoção da política de permissão de excesso de carga, sendo que, derivado de ainda existir folga antes da alocação da última OF à célula 44J1E05A, no último dia do plano, foi alocada uma tarefa que provoca um maior excesso de carga e desnivelamento comparado com os outros períodos planeados.

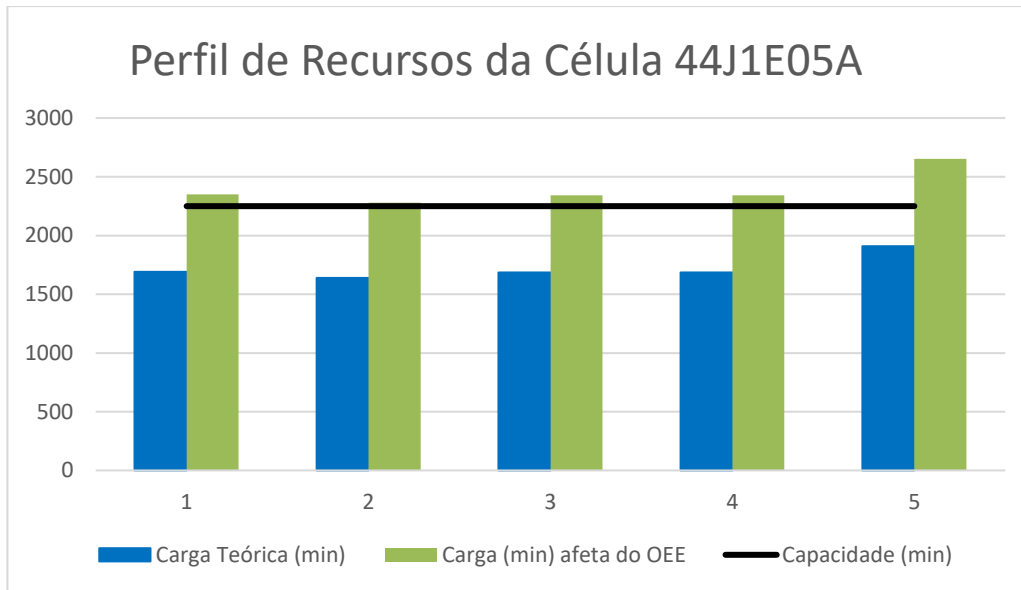


Figura 33 - Perfil de recursos da célula 44J1E05A, obtido através no novo plano de produção.

Por fim, segue um exemplo de excesso de capacidade para o período planeado na Figura 34. Contrariamente ao planeamento inicial, a adoção de um algoritmo de planeamento permite *a priori* visualizar problemas como excesso de carga ou capacidade, bem como em que momento eles se vão manifestar, permitindo assim tomar medidas como a alocação de mão de obra a outras atividades ou a redefinição da capacidade instalada.

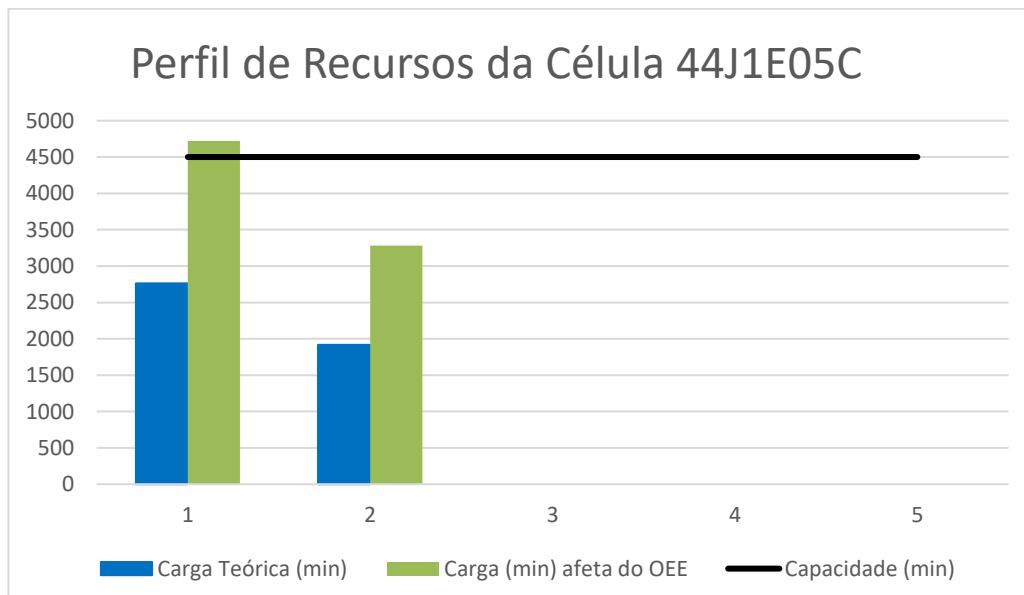


Figura 34 - Perfil de recursos da célula 44J1E05C, obtido através no novo plano de produção.



## 6. ANÁLISE DE RESULTADOS OBTIDOS

No presente capítulo são sumariados os resultados obtidos com a implementação das propostas apresentadas no capítulo 5.

### 6.1 Melhorias na Célula 46J1E02A

Após a realização de um estudo de tempos por cronometragem e identificação de desperdícios inerentes a uma célula de costura, apresentam-se os ganhos obtidos com as melhorias implementadas.

#### 6.1.1 Redução do tempo de setup de um posto de trabalho

Através da utilização do método SMED, utilizado para redução do tempo do *setup* através a separação de atividades internas e externas, foi possível efetuar uma redução significativa de um *setup* numa célula de costura.

O *setup* analisado (capítulo 4.4 e 5.1.1) consistia na troca de uma calha utilizada para a colocação de um componente. A troca era necessária dada a diferença de diâmetros entre os dois componentes. Na Tabela 7 podem verificar-se os ganhos obtidos com a redução do tempo de *setup* mencionado.

Tabela 7 – Ganho com a utilização do SMED para redução do tempo de Setup de troca de calhas.

Tempo Setup Inicial (s)	Tempo Setup Final (s)	Ganho (%)
69	4	94

Assumindo que a solução apresentada pode ser replicada para outras células de costura prevê-se um impacto bastante positivo na produtividade da empresa, dado que em quase todas as capas de estofos produzidas pela Coindu se encontram perfis TNT de diferentes dimensões.

#### 6.1.2 Melhoria do Balanceamento da Célula 46J1E02A

Com a realização de um estudo de tempos das operações por cronometragem, aferiu-se a carga de trabalho, em segundos, alocada a cada colaborador, permitindo assim encontrar o *bottleneck* e potenciar a adoção de medidas que reduzissem o tempo de estrangulamento do posto em causa, diminuindo assim, o TC do sistema. No gráfico da Figura 35 apresenta-se a comparação entre o estado inicial e final do balanceamento da célula 46J1E02A.

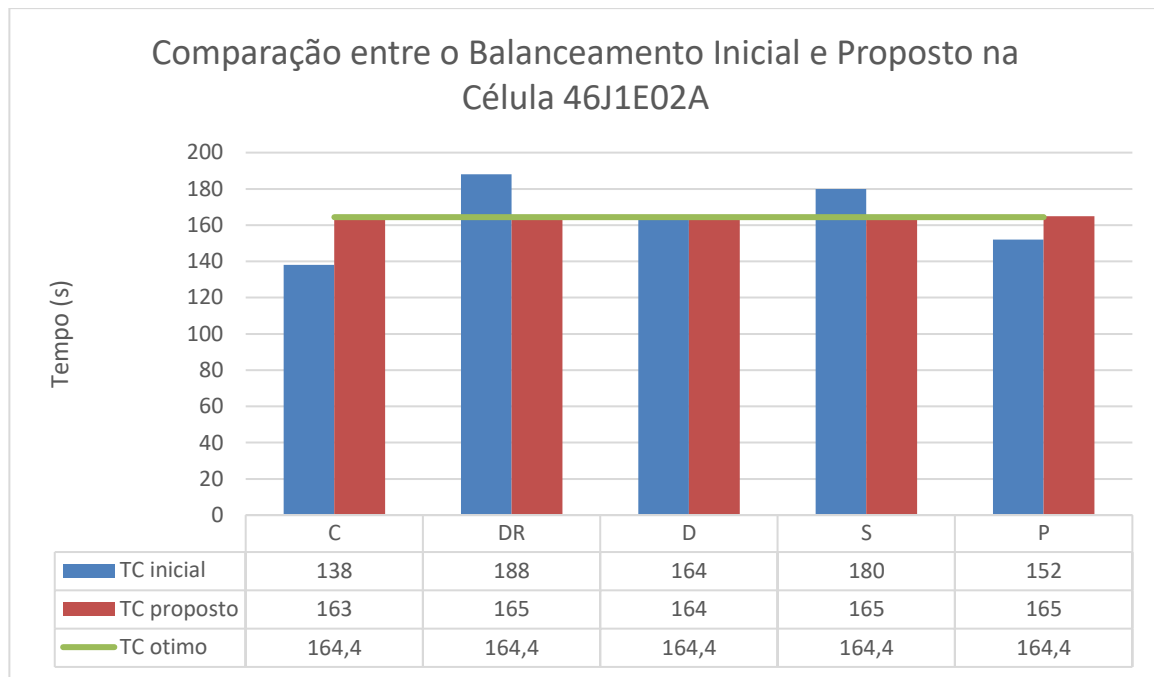


Figura 35 - Comparação entre o Balanceamento Inicial e Proposto na Célula 46J1E02A.

A partir da análise do gráfico acima, conclui-se que o TC do *bottleneck* passou de 188s (no estado inicial) para os 165s. A partir deste dado, ilustra-se o ganho potencial da melhoria supracitada na Tabela 8, considerando um tempo de turno útil de 450 min, um mês de 22 dias e um ano de trabalho de 11 meses. Os ganhos de produtividade esperados traduzem-se num aumento de 13% do *output* produtivo, face ao estado inicial.

Tabela 8 – Ganhos previstos em número de peças, devido à melhoria do balanceamento celular.

	Antes	Depois	Ganho
<b>Turno</b>	143.6	163	20
<b>Mês</b>	3159	3586	427
<b>Ano</b>	34751	39446	4695

Por fim, na Figura 36, mostra-se a evolução da equipa, em peças produzidas, ao longo das 5 semanas posteriores à implementação das melhorias que correspondeu a um aumento no *output* de cerca de 35% face ao estado inicial.

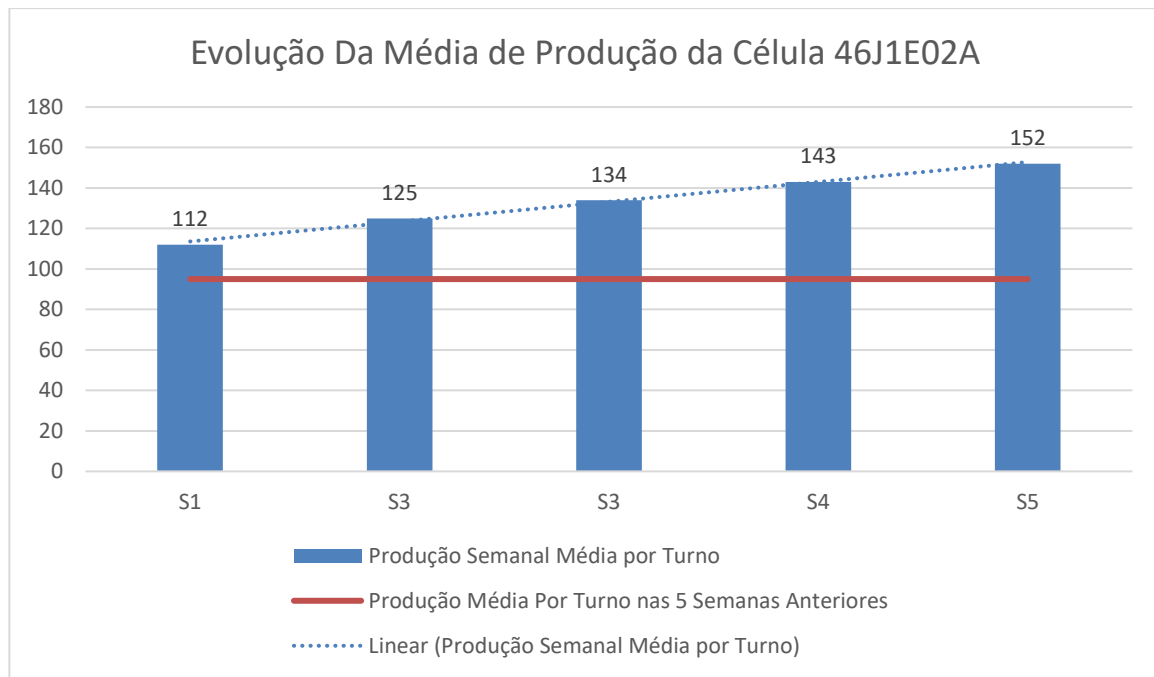


Figura 36 – Evolução da média de produção por turno da célula em estudo.

## 6.2 Melhorias esperadas com a implementação do *Software* de escalonamento da produção

Com a utilização do *software* de escalonamento da produção esperam-se melhorias a variados níveis, sendo que no imediato se espera um melhor nivelamento da produção, aumentos de produtividade devido à redução do número de *setups* e sobretudo pretende-se que a utilização do *software* auxilie a tomada de decisão no que se refere à utilização da capacidade instalada. Como ilustrado no capítulo 5.2, o algoritmo implementado permite a redução dos valores do Makespan e do Tempo Médio de Atravessamento, o que melhora a capacidade de resposta ao mercado num período de tempo mais reduzido.

Deve realçar-se que a implementação do *software* abriu novos horizontes num projeto de redimensionamento dos fluxos de informação e de materiais na empresa, pretendendo-se criar um plano de produção para a secção de costura que irá atuar como um sequenciador de *kanbans*, e que servirá de base para a criação dinâmica de rotas para um *milkrun*, como se ilustra no VSM da Figura 37.

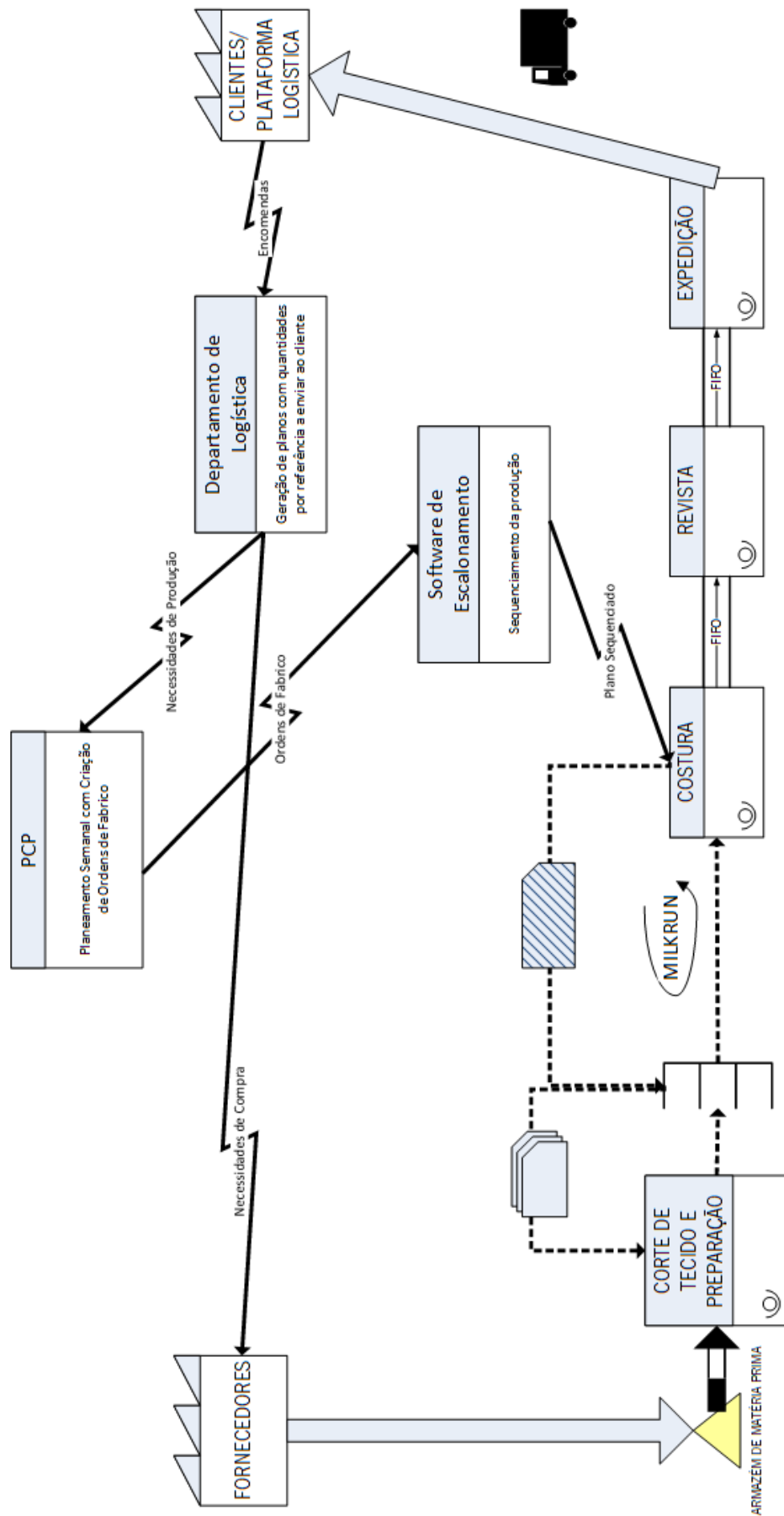


Figura 37 – Future State VSM.



A partir do seguimento do plano sequenciado na costura, pretende alimentar-se um sistema de criação de rotas para os *milkruns* abastecerem a produção, permitindo uma gestão ágil do sistema de abastecimento à costura.

Por outro lado, a gravação do plano de produção numa base de dados, permitirá a criação de sistemas de monitorização da produção que auxiliarão decisões em áreas como a logística externa, sendo possível prever atrasos a partir da comparação entre o *Schedule* inicialmente dimensionado com o executado em tempo real.







## 7. CONCLUSÕES E TRABALHO FUTURO

No seguinte capítulo são apresentadas as conclusões da dissertação, sendo de realçar a integração de diversas áreas disciplinares para a criação de soluções para a indústria. São também apresentadas algumas propostas de trabalho futuro, para que o conhecimento gerado se torne frutífero para a Coindu e todos os seus *stakeholders*.

### 7.1 Conclusões

Com a execução desta dissertação deve destacar-se o valor criado para a empresa que acolheu o projeto, a Coindu, através da aplicação de conceitos de variadas disciplinas relacionadas com a engenharia industrial. A secção de costura é o processo central da empresa, sendo aquele que envolve o maior volume de mão de obra, para além de ser o local mais próximo do cliente e onde se executa a última etapa do processo de produção dos estofos para automóveis. Neste sentido, a dissertação realizada teve como foco a gestão de células de costura em diferentes níveis.

Por um lado, abordaram-se temas relacionados com a organização de células de produção, nomeadamente no que se refere à alocação de tarefas a postos de trabalho e redução de tempos de *setup*. Por outro, realizaram-se melhorias a nível dos fluxos de informação, criando um *software* integrado de programação da produção, nas vertentes de alocação e escalonamento. Com estes diferentes níveis de intervenção, percebeu-se que os desperdícios inerentes aos processos se manifestam de variadas formas e que para a redução efetiva de desperdícios no *shop floor* devem definir-se standards de trabalho claros, que privilegiem a redução de entropia nos sistemas. Para isso, devem utilizar-se técnicas avançadas de computação como auxílio à tomada de decisão e processamento de cálculo, para que se alcancem boas soluções num curto tempo de execução. A informação deve estar ao serviço da fábrica de modo a que a implementação de filosofias como o *Lean* seja efetiva e acrescente valor para a empresa.

Enquadrado na filosofia *Lean Production*, aplicaram-se as máximas “*go to the gembu*” e “*go and see*” e realizou-se um estudo de tempos através do qual se levantou o Tempo de Ciclo de uma célula de costura, identificou-se uma operação de *setup* e mediu-se o desperdício do tipo transportes no interior da célula. Após a fase inicial de análise, rebalancearam-se as operações alocadas a cada posto de trabalho de modo a diminuir a distância percorrida pelas peças (transportes), bem como se reduziu o tempo de ciclo do *bottleneck* de 188s para 165s, o que corresponde a um aumento de produção de 20 unidades em



cada turno. Paralelamente, aplicou-se o método de redução de *setups* SMED para redução do tempo de troca de uma ferramenta auxiliar a uma operação de costura. Inicialmente, o *setup* em causa representava cerca de 8% do tempo de turno, tendo sido este reduzido para 0.5% do mesmo através da aplicação de uma ferramenta de *Quick Changeover* com duas posições que alternam através da rotação em torno de um eixo central.

Através da construção de um VSM do estado atual da empresa, notou-se uma elevada entropia ao nível dos fluxos de informação, sendo que a alocação e escalonamento de tarefas ocorria de forma instável e inconstante, não existindo nenhum tipo de procedimento padronizado para a execução destas funções. Assim, optou-se pela implementação de um algoritmo de alocação de tarefas e sequenciamento das mesmas em células de costura. O algoritmo aplicado permite a redução do tempo médio de atravessamento, bem como a redução do *Makespan*. Criou-se, então uma ferramenta informática para a criação de planos de produção para a secção de costura que são gravados numa base de dados e a partir dos quais se pode melhorar o abastecimento às células. Para além disso pode ainda analisar-se rapidamente a carga alocada a cada célula e desse modo definir medidas de contingência, evitando desperdícios do tipo esperas.

A integração de diferentes áreas de conhecimento como as tecnologias de informação (para resolução de problemas em ambientes dinâmicos), a investigação operacional para a criação de soluções heurísticas, entre outras permite que a aplicação da filosofia de produção *Lean* seja sustentada e assim permita o aumento da eficiência operacional das empresas.

## 7.2 Trabalho Futuro

A criação de um software de escalonamento da produção, representou uma grande evolução ao nível da programação da produção, bem como na monitorização. Assim pretende-se evoluir o software e implementá-lo nas outras unidades do grupo, incluindo as unidades do México e da Roménia.

Pretende-se com o escalonamento da última secção, a costura, se possa partir para o dimensionamento de supermercados nos processos a montante para criação de processos pull. Surgirão também ferramentas para gestão de rotas de *milk runs* de modo dinâmico, gerando rotas e adaptando-se a alterações que existam nos sistemas físicos de produção.

Criar-se-á também ferramentas de avaliação da execução dos planos de modo a fornecer informações em tempo real acerca de atrasos previstos para uma melhor gestão de relações com o clientes e redução de custos extra em transportes de produto acabado.



Existe, então, uma panóplia de oportunidades gerada a partir do trabalho realizado no âmbito desta dissertação que se enquadra na corrente em vigor da Indústria 4.0 e IOT (*Internet Of Things*), sendo os principais objetivos destas inovações ao nível da produção, a criação de valor para o cliente e o aumento da eficiência operacional da empresa, tornando-a ainda mais competitiva e adaptável num mercado tão exigente como o automóvel.





## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alves, A. (1999). *Metodologia para a Concepção de Sistemas de Produção Orientados ao Produto*. Universidade do Minho.
- Alves, A. (2007). *Projeto Dinâmico de Sistemas de Produção Orientados ao Produto*. Universidade do Minho.
- Amaro, A. P. M. P. (2008). *Roadmap para implementar o lean thinking*. Universidade Lusíada.
- Baker, K. R., & Trietsch, D. (2009). *Principles of sequencing and scheduling*. New Jersey: JOHN WILEY & SONS, INC.
- Becker, C., & Scholl, A. (2006). A survey on problems and methods in generalized assembly line balancing. *European Journal of Operational Research*, 168(3), 694–715. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2004.07.023>
- Bhaskar, K., & Srinivasan, G. (1997). Static and dynamic operator allocation problems in cellular manufacturing systems. *International Journal of Production Research*, 35(12), 3467–3482. <https://doi.org/10.1080/002075497194192>
- Black, J. T., & Chen, J. C. (1995). The role of decouplers in JIT pull apparel cells. *International Journal*, 7(1), 17–35. <https://doi.org/10.1108/09556229510080693>
- Bragança, S. (2012). Application of Standard Work and other Lean Production tools in an elevators company.
- Brunt, D., & Butterworth, C. (1998). *Waste elimination in lean production - A Supply Chain Perspective*. Düsseldorf: Proc ISATA 98.
- Carmo-Silva, S. (2011). *Textos e Elementos de Apoio - Organização de Sistemas de Produção I*.
- Codd, E. F. (1970). A Relational Model of Data for Large Shared Data Banks. *IBM Research Laboratory*.
- De Mast, J., & Lokkerbol, J. (2012). An analysis of the Six Sigma DMAIC method from the perspective of problem solving. *International Journal of Production Economics*, 139(2), 604–614. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2012.05.035>
- Duarte, C. S. R., & Lima, R. M. (2008). Proposta de Melhoria do Processo de Gestão de Células de Fabrico de Coberturas para Assentos Dedicados à Indústria Automóvel [portuguese]. *5º Congresso Luso-Moçambicano de Engenharia (CLME'2008)*, 14A002.1-17.
- Gunasekaran, A., Patel, C., & McGaughey, R. E. (2004). A framework for supply chain performance measurement. *International Journal of Production Economics*, 87(3), 333–347. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2003.08.003>
- Hicks, B. J. (2007). Lean information management: Understanding and eliminating waste. *International Journal of Information Management*, 27(4), 233–249. <https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2006.12.001>
- Hitchman, S. (2002). The Details of Conceptual Modelling Notations are Important - A Comparison of Relationship Normative Language NOTATIONS ARE IMPORTANT – A COMPARISON OF, 9(September). <https://doi.org/10.17705/1CAIS.00910>
- Hitomi, K. (1979). *Manufacturing Systems Engineering*. Taylor & Francis.
- Hodge, G. L., Goforth Ross, K., Joines, J. A., & Thoney, K. (2011). Adapting lean manufacturing principles to the textile industry. *Production Planning and Control*, 22(3), 237–247. <https://doi.org/10.1080/09537287.2010.498577>
- Jonsson, P., & Lesshammar, M. (2005). Evaluation and improvement of manufacturing performance measurement systems – the role of OEE.
- Karimi, B., Fatemi Ghomi, S. M. T., & Wilson, J. M. (2003). The capacitated lot sizing problem: A review of models and algorithms. *Omega*, 31(5), 365–378.
- Licker, J. K. (2003). *The Toyota Way*. New York: McGraw-Hill.
- Licker, J. K., & Meier, D. (2004). *The Toyota Way - 14 management principles the world's greatest manufacturer*. McGraw-Hill.
- Ljungberg, Ö. (1998). Measurement of overall equipment effectiveness as a basis for TPM activities. *International Journal of Operations & Production Management*, 18(5), 495–507. <https://doi.org/10.1108/01443579810206334>
- Lödding, H. (2013). *Handbook of Manufacturing Control - Fundamentals, Description, Configuration*. Hamburg: Springer.
- Marcello Braglia, Marco Frosolini, F. Z. (2007). Overall equipment effectiveness of a manufacturing line (OEEML): An integrated approach to assess systems performance. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 20(1), 8–29. <https://doi.org/10.1108/JHOM-09-2016-0165>
- Martins, I. (2013). *Gestão, balanceamento e formação de equipas de operadores em células de costura para um componente da indústria automóvel*.
- McIntosh, R., Owen, G., Culley, S., & Mileham, T. (2007). Changeover improvement: reinterpreting Shingo's "SMED" methodology. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 54, 98–111.
- Nakajima, S. (1988). *Introduction To TPM - Total Productive Maintenance*.
- Neely, A., Gregory, M., & Platts, K. (1995). *A Literature Review and Research Agenda*. *International Journal of Operation Management & Production Management* (Vol. 15). <https://doi.org/10.1108/01443579510083622>
- Ohno, T. (1988). *Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production*.
- Özcan, U., & Toklu, B. (2008). A tabu search algorithm for two-sided assembly line balancing. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 43(7–8), 822–829. <https://doi.org/10.1007/s00170-008-1753-5>





- Parmenter, D. (2007). *Key Performance Indicators (KPI): Developing, Implementing, and Using Winning KPIs*. Zhurnal Eksperimental'noi i Teoreticheskoi Fiziki. <https://doi.org/978-0470545157>
- Pinto, J. P. (2008). *Lean Thinking - Introdução ao pensamento magro*. LIDEL.
- Shingo, S. (1985). *A Revolution in Manufacturing: The SMED System*. Productivity, Inc.
- Shingo, S. (1989). *A Study of Toyota Production System from an Industrial Engineering Viewpoint*. Productivity Press.
- Silva, S. C., & Alves, A. (2002). Design of Product Oriented Manufacturing Systems. *Knowledge and Technology Integration in Production and Services*, 359–366. [https://doi.org/10.1007/978-0-387-35613-6\\_40](https://doi.org/10.1007/978-0-387-35613-6_40)
- Spear, S. J. (1999). *The Toyota Production System: An example of managing complex social / technical systems*. Harvard University.
- Statista. (2017). Retrieved December 12, 2017, from <https://www.statista.com/statistics/200002/international-car-sales-since-1990/>
- Thürer, M., Tomašević, I., & Stevenson, M. (2017). On the meaning of “Waste”: review and definition. *Production Planning and Control*, 28(3), 244–255. <https://doi.org/10.1080/09537287.2016.1264640>
- Vollmann, T. E. (1992). *Manufacturing Planning and Control Systems*. Richard D. Irwin Inc.
- Wemmerlöv, U., & Johnson, D. J. (1997). Cellular manufacturing at 46 user plants: Implementation experiences and performance improvements. *International Journal of Production Research*, 35(1), 29–49. <https://doi.org/10.1080/002075497195966>
- Westbrook, R. (1995). Action research: a new paradigm for research in production and operations management. *International Journal of Operations & Production Management*, 15(12), 6–20.
- Wiendahl, H., & Cieminski, G. Von. (2005). Production Planning & Control : The Management of Stumbling blocks of PPC. *Production Planning & Control*, 16(7), 634–651.
- Wild, R. (1972). *Mass Production Management*. Bradford: John Wiley & Sons.
- Womack, J. P.; Jones, D. T.; Roos, D. (1990). *The Machine That Changed The World*.
- Womack, J.P.; Jones, D. T. (1996). *Lean Thinking*. Simon & Schuster.
- Zhang, M., Griffeth, R. W., & Fried, D. D. (2006). Evaluation of overall line effectiveness (OLE) in a continuous product line manufacturing system. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 17(7), 987–1008. <https://doi.org/10.1108/JHOM-09-2016-0165>

**ANEXO I – PROPOSTA DE BALANCEAMENTO ETDs Bs PARA 5 COLABORADORES**

OP	Descrição	TO(s)	Colaborador	Posto
1	UNIR PÇ 1 À 1A	38	C	17
2	UNIR PÇ 2 À 2A	40	C	17
3	UNIR PÇ 4 À 4A	35	C	17
4	UNIR PÇ 1 À PÇ 2	25	C	17
5	APLICAR TNT P01 NO CONJ. 1/2	25	C	17
6	APLICAR PERFIS P05 (1X)	13	S	23
7	APLICAR PERFIS P05 (2X)	13	P	21
8	UNIR PÇ 3 AO CONJ. 1/2	25	DR	20
9	APLICAR TNT P10 NO CONJ.1/2/3	26	D	22
10	UNIR PÇ 4 AO CONJ.1/2/3	23	DR	20
11	ALICAR TNT P02 NO CONJ.1/2/3/4	26	D	22
12	UNIR PÇ 6 AO CONJ. CENTRAL	39	DR	20
13	APLICAR TNT P03	31	D	22
14	UNIR PÇ 5 AO CONJ. CENTRAL	32	DR	20
15	APLICAR TNT P11	43	D	22
16	UNIR PÇ 10 AO CONJ. CENTRAL	34	S	23
17	APLICAR PERFIL P07 NA PÇ 7	15	P	21
18	EFEUTUAR CRAVADO NA PÇ 7	11	P	21
19	UNIR PÇ 7 AO CONJ. CENTRAL	46	DR	20
20	EFEUTUAR CRAVADO NO CJ. ANT.	11	P	19
21	UNIR A PC 8 À PC 9	18	S	23
22	UNIR A PC 11 AO CONJ. 8/9	38	S	23
23	UNIR O CONJ. 8/9/11 AO CONJ. CENTRAL	51	S	23
24	EFETUAR CRAVADO NA COSTURA ANTERIOR	11	S	23
25	APLICAR TNT P04	38	D	22
26	APLICAR PERFIL P08 E EM SIMULTÂNEO ET01	50	P	19
27	EFEUTUAR CRAVADO	11	P	19
28	APLICAR PERFIL P06	29	P	19
29	APLICAR PERFIL P09	25	P	21





**ANEXO II – PLANO DE PRODUÇÃO AB3 STOFF (AF e EF) – SEMANA 08**

<div><b>Plano produção AB3 STOFF - SEMANA 08</b></div>								
Ref. PA	Texto breve material	PO PA	18-fev	19-fev	20-fev	21-fev	22-fev	Equipa
30708G1A001IAA	AF RAL SL	1432508005			60			44J1E03C
30708G1A001IAA	AF RAL SL	1432508006			60			
30708G1A001IAA	AF RAL SL	1432508008				46		
30708G1A001IAA	AF RAL SL	1432509001				60		
30708G1A001IAA	AF RAL SL	1432509002		60				
30708G1A001IAA	AF RAL SL	1432509003					42	
30708H1B0010IAA	AFD REG SOUL	1432500001			56			44J1E05A
30708H1B0010IAA	AFD REG SOUL	1432500002		264				
30708H1C0010IAA	AFE REG SOUL	1432514001				56		
30708F4A0010IAA	AF IDX SOUL	1434135001	264					
30708H4B00T0TAA	AFD REG KTB	1434144001					24	
30708H4B00C0CAA	AFD REG FLG	1434143001					15	
30708H4C00C0CAA	AFE REG FLG	1434145001					15	
30708H4C00T0TAA	AFE REG KTB	1434146001					24	
30708G1A001IAA	AF RAL SL	1432508001			60			44J1E05C
30708G1A001IAA	AF RAL SL	1432508002		60				
30708G1A001IAA	AF RAL SL	1432508003			60			
30708G1A001IAA	AF RAL SL	1432508004		60				
30708G1A001IAA	AF RAL SL	1432508007				60		
30708G4A001IAA	AF RAL SL	1434149001					96	
30708H1F0110IAA	EFD 5P REG SOUL	1432501001				56		44J1E06A
30708H1G0110IAA	EFE 5P REG SOUL	1432502001				56		
30708F1F0110IAA	EFD 5P IDX SOUL	1432516002	60					
30708F1F0110IAA	EFD 5P IDX SOUL	1432516005			44			
30708F1G0110IAA	EFE 5P IDX SOUL	1432517002	60					
30708F4G0110IAA	EFE 5P IDX SOUL	1434106001			24			
30708H4F0110IAA	EFD 5P REG SOUL	1434131001					24	
30708H4G0110IAA	EFE 5P REG SOUL	1434133001					24	
30708G1F0111IAA	EFD 5P RAL SL-SB	1432510001			60			44J1E06B
30708G1F0111IAA	EFD 5P RAL SL-SB	1432510003				60		
30708G1G0111IAA	EFE 5P RAL SL-SB	1432511001			60			
30708G1G0111IAA	EFE 5P RAL SL-SB	1432511002		60				
30708G1G0111IAA	EFE 5P RAL SL-SB	1432511004				60		
30708G4F0111IAA	EFD 5P RAL SL-SB	1434117001					24	
30708G4F0111IAA	EFD 5P RAL SL-SB	1434117002		24				
30708G4F0113IAA	EFD 5P RAL SL-TR	1434118001					24	
30708G4G0111IAA	EFE 5P RAL SL-SB	1434119001					24	
30708G4G0111IAA	EFE 5P RAL SL-SB	1434119002		24				
30708G4G0112IAA	EFE 5P RAL SL-AB	1434120001					24	
30708G4G0113IAA	EFE 5P RAL SL-TR	1434121001					24	
30708F1A0010IAA	AF IDX SOUL	1432515003	60					44J2E05A
30708F1A0010IAA	AF IDX SOUL	1432515004	60					
30708F1A0010IAA	AF IDX SOUL	1432515005			60			
30708F1A0010IAA	AF IDX SOUL	1432515006			60			
30708F1A0010IAA	AF IDX SOUL	1432515007				60		
30708F1A0010IAA	AF IDX SOUL	1432515008				28		
30708F1F0110IAA	EFD 5P IDX SOUL	1432516003	60					44J2E06A
30708F1F0110IAA	EFD 5P IDX SOUL	1432516004		60				
30708F1G0110IAA	EFE 5P IDX SOUL	1432517003	60					
30708F1G0110IAA	EFE 5P IDX SOUL	1432517004		60				
30708F1G0110IAA	EFE 5P IDX SOUL	1432517005			44			
30708F3F0010IAA	EFD IDX AU375 SOUL	1434103001				24		
30708F3G0010IAA	EFE IDX AU375 SOUL	1434104001				24		
30708F4F0110IAA	EFD 5P IDX SOUL	1434105001			24			
30708F4F0110IAA	EFD 5P IDX SOUL	1434105002		24				
30708H3F0010IAA	EFD REG AU375 SOUL	1434123001				15		
30708H3F00T0TAA	EFD REG AU375 KTB	1434124001				1		
30708H3G0010IAA	EFE REG AU375 SOUL	1434125001				10		
30708H3G00T0TAA	EFE REG AU375 KTB	1434126001				1		
30708H4G01C0CAA	EFE 5P REG FLG	1434132001					9	
30708H4F01C0CAA	EFD 5P REG FLG	1434147001					2	
30708H4G01T0TAA	EFE 5P REG KTB	1434148001					12	
30708G1F0111IAA	EFD 5P RAL SL-SB	1432510002			60			44J2E06B
30708G1F0111IAA	EFD 5P RAL SL-SB	1432510004				44		
30708G1G0111IAA	EFE 5P RAL SL-SB	1432511003			60			
30708G1G0111IAA	EFE 5P RAL SL-SB	1432511005				44		
30708G3F0012IAA	EFD RAL AU375 SL-AB	1434107001					4	
30708G3F0312IAA	EFD KRH RAL AU375 SL-AB	1434108001					1	
30708G3F6311IAA	EFD S.E. KRH RAL 375 SL-SB	1434109001					1	
30708G3G0011IAA	EFE RAL AU375 SL-SB	1434110001					24	
30708G3G0012IAA	EFE RAL AU375 SL-AB	1434111001					4	
30708G3G0312IAA	EFE KRH RAL AU375 SL-AB	1434112001					3	
30708G3F0011IAA	EFD RAL AU375 SL-SB	1434134001					12	

**ANEXO III – CÁLCULO DE INDICADORES DO PLANO DE PRODUÇÃO ANTIGO**

CÁLCULO DO LEAD TIME E DO MAKESPAN											
Ref. PA	Texto breve material	PO PA	18-fev	19-fev	20-fev	21-fev	22-fev	Equipa	Capacidade (dia)	Duração (dias)	Flow time
30708G1A00I1IAA	AF RAL SL	1432509002		1753,878871				44J1E03C	2700	0,65	1,65
30708G1A00I1IAA	AF RAL SL	1432508005			1753,878871			44J1E03C	2700	0,65	2,65
30708G1A00I1IAA	AF RAL SL	1432508006			1753,878871			44J1E03C	2700	0,65	3,30
30708G1A00I1IAA	AF RAL SL	1432508008				1344,640468		44J1E03C	2700	0,50	4,50
30708G1A00I1IAA	AF RAL SL	1432509001				1753,878871		44J1E03C	2700	0,65	5,15
30708G1A00I1IAA	AF RAL SL	1432509003					1227,71521	44J1E03C	2700	0,45	5,60
30708F4A00I0IAA	AF IDX SOUL	1434135001	3702,671796					44J1E05A	2250	1,65	1,65
30708H1B00I0IAA	AFD REG SOUL	1432500002		5167,545926				44J1E05A	2250	2,30	3,94
30708H1B00I0IAA	AFD REG SOUL	1432500001			1096,146106			44J1E05A	2250	0,49	4,43
30708H1C00I0IAA	AFE REG SOUL	1432514001				1096,146106		44J1E05A	2250	0,49	4,92
30708H4B00T0TAA	AFD REG KTB	1434144001					469,7769024	44J1E05A	2250	0,21	5,13
30708H4B00C0CAA	AFD REG FLG	1434143001					293,610564	44J1E05A	2250	0,13	5,26
30708H4C00C0CAA	AFE REG FLG	1434145001					293,610564	44J1E05A	2250	0,13	5,39
30708H4C00T0TAA	AFE REG KTB	1434146001					469,7769024	44J1E05A	2250	0,21	5,60
30708G1A00I1IAA	AF RAL SL	1432508002		1963,157392				44J1E05C	4500	0,44	1,44
30708G1A00I1IAA	AF RAL SL	1432508004		1963,157392				44J1E05C	4500	0,44	1,87
30708G1A00I1IAA	AF RAL SL	1432508001			1963,157392			44J1E05C	4500	0,44	2,44
30708G1A00I1IAA	AF RAL SL	1432508003			1963,157392			44J1E05C	4500	0,44	2,87
30708G1A00I1IAA	AF RAL SL	1432508007				1963,157392		44J1E05C	4500	0,44	3,44
30708G4A00I1IAA	AF RAL SL	1434149001					3141,051827	44J1E05C	4500	0,70	4,70
										Fmed	3,79
										Makespan	5,602309

**ANEXO IV – PLANO DE PRODUÇÃO OBTIDO COM PROGRAMA DE PLANEAMENTO AB3****STOFF (AF) – SEMANA 08**

 <b>Plano produção AB3 STOFF - SEMANA 08</b> 								
Ref. PA	Texto breve material	PO PA	18-fev	19-fev	20-fev	21-fev	22-fev	Equipa
30708G1A0011IAA	AF RAL SL-SB	1457186001	24					44J1E03C
30708G1A0011IAA	AF RAL SL-SB	1457186002	24					
30708G1A0011IAA	AF RAL SL-SB	1457186003	24					
30708G1A0011IAA	AF RAL SL-SB	1457186004	24					
30708G1A0011IAA	AF RAL SL-SB	1457186005		24				
30708G1A0011IAA	AF RAL SL-SB	1457186006		24				
30708G1A0011IAA	AF RAL SL-SB	1457186007		24				
30708G1A0011IAA	AF RAL SL-SB	1457186008		24				
30708G1A0011IAA	AF RAL SL-SB	1457186009			24			
30708G1A0011IAA	AF RAL SL-SB	1457186010			24			
30708G1A0011IAA	AF RAL SL-SB	1457186011			24			
30708G1A0011IAA	AF RAL SL-SB	1457186012			24			
30708G1A0011IAA	AF RAL SL-SB	1457186013				24		
30708G1A0011IAA	AF RAL SL-SB	1457186014				24		
30708G1A0011IAA	AF RAL SL-SB	1457186015				24		
30708G1A0011IAA	AF RAL SL-SB	1457186016				24		
30708G1A0011IAA	AF RAL SL-SB	1457186017					24	
30708G1A0011IAA	AF RAL SL-SB	1457186018					24	
30708G1A0011IAA	AF RAL SL-SB	1457186019					24	
30708G1A0011IAA	AF RAL SL-SB	1457186020					24	
30708F4A0010IAA	AF IDX SOUL	1457185001	24					44J1E05A
30708F4A0010IAA	AF IDX SOUL	1457185002	24					
30708F4A0010IAA	AF IDX SOUL	1457185003	24					
30708F4A0010IAA	AF IDX SOUL	1457185004	24					
30708F4A0010IAA	AF IDX SOUL	1457185005	24					
30708F4A0010IAA	AF IDX SOUL	1457185006	24					
30708F4A0010IAA	AF IDX SOUL	1457185007	24					
30708F4A0010IAA	AF IDX SOUL	1457185008		24				
30708F4A0010IAA	AF IDX SOUL	1457185009		24				
30708F4A0010IAA	AF IDX SOUL	1457185010		24				
30708F4A0010IAA	AF IDX SOUL	1457185011		24				
30708H1B0010IAA	AFD REG SOUL	1457188001		24				
30708H1B0010IAA	AFD REG SOUL	1457188002		24				
30708H1B0010IAA	AFD REG SOUL	1457188003			24			
30708H1B0010IAA	AFD REG SOUL	1457188004			24			
30708H1B0010IAA	AFD REG SOUL	1457188005			24			
30708H1B0010IAA	AFD REG SOUL	1457188006			24			
30708H1B0010IAA	AFD REG SOUL	1457188007			24			
30708H1B0010IAA	AFD REG SOUL	1457188008				24		
30708H1B0010IAA	AFD REG SOUL	1457188009				24		
30708H1B0010IAA	AFD REG SOUL	1457188010				24		
30708H1B0010IAA	AFD REG SOUL	1457188011				24		
30708H1B0010IAA	AFD REG SOUL	1457188012				24		
30708H1B0010IAA	AFD REG SOUL	1457188013					24	
30708H1B0010IAA	AFD REG SOUL	1457188014					8	
30708H1C0010IAA	AFE REG SOUL	1457189001					24	
30708H1C0010IAA	AFE REG SOUL	1457189002					24	
30708H1C0010IAA	AFE REG SOUL	1457189003					8	
30708H4B00T0TAA	AFD REG KTB	1457191001					24	
30708H4C00T0TAA	AFE REG KTB	1457193001					24	
30708G1A0011IAA	AF RAL SL	1457186021	24					44J1E05C
30708G1A0011IAA	AF RAL SL	1457186022	24					
30708G1A0011IAA	AF RAL SL	1457186023	24					
30708G1A0011IAA	AF RAL SL	1457186024	24					
30708G1A0011IAA	AF RAL SL	1457186025	24					
30708G1A0011IAA	AF RAL SL	1457186026	24					
30708G1A0011IAA	AF RAL SL	1457186027		4				
30708G4A0011IAA	AF RAL SL	1457187001		24				
30708G4A0011IAA	AF RAL SL	1457187002		24				
30708G4A0011IAA	AF RAL SL	1457187003		24				
30708G4A0011IAA	AF RAL SL	1457187004		24				

**ANEXO V – CÁLCULO DE INDICADORES DO PLANO DE PRODUÇÃO PROPOSTO**

Ref. PA	Texto breve material	PO PA	18-fev	19-fev	20-fev	21-fev	22-fev	Equipa	Capacidade (min/dia)	Duração (dias)	Lead Time (dias)
30708G1A00I1AA	AF RAL SL-SB	1457186001	699,6864					44J1E03C	2700	0,259	0,259
30708G1A00I1AA	AF RAL SL-SB	1457186002	699,6864					44J1E03C	2700	0,259	0,518
30708G1A00I1AA	AF RAL SL-SB	1457186003	699,6864					44J1E03C	2700	0,259	0,777
30708G1A00I1AA	AF RAL SL-SB	1457186004	699,6864					44J1E03C	2700	0,259	1,037
30708G1A00I1AA	AF RAL SL-SB	1457186005		699,6864				44J1E03C	2700	0,259	1,296
30708G1A00I1AA	AF RAL SL-SB	1457186006		699,6864				44J1E03C	2700	0,259	1,555
30708G1A00I1AA	AF RAL SL-SB	1457186007		699,6864				44J1E03C	2700	0,259	1,814
30708G1A00I1AA	AF RAL SL-SB	1457186008		699,6864				44J1E03C	2700	0,259	2,073
30708G1A00I1AA	AF RAL SL-SB	1457186009			699,6864			44J1E03C	2700	0,259	2,332
30708G1A00I1AA	AF RAL SL-SB	1457186010			699,6864			44J1E03C	2700	0,259	2,591
30708G1A00I1AA	AF RAL SL-SB	1457186011			699,6864			44J1E03C	2700	0,259	2,851
30708G1A00I1AA	AF RAL SL-SB	1457186012			699,6864			44J1E03C	2700	0,259	3,110
30708G1A00I1AA	AF RAL SL-SB	1457186013				699,6864		44J1E03C	2700	0,259	3,369
30708G1A00I1AA	AF RAL SL-SB	1457186014				699,6864		44J1E03C	2700	0,259	3,628
30708G1A00I1AA	AF RAL SL-SB	1457186015				699,6864		44J1E03C	2700	0,259	3,887
30708G1A00I1AA	AF RAL SL-SB	1457186016				699,6864		44J1E03C	2700	0,259	4,146
30708G1A00I1AA	AF RAL SL-SB	1457186017					699,6864	44J1E03C	2700	0,259	4,405
30708G1A00I1AA	AF RAL SL-SB	1457186018					699,6864	44J1E03C	2700	0,259	4,665
30708G1A00I1AA	AF RAL SL-SB	1457186019					699,6864	44J1E03C	2700	0,259	4,924
30708G1A00I1AA	AF RAL SL-SB	1457186020					699,6864	44J1E03C	2700	0,259	5,183
30708F4A00I0IAA	AF IDX SOUL	1457185001	335,6016					44J1E05A	2250	0,149	0,149
30708F4A00I0IAA	AF IDX SOUL	1457185002	335,6016					44J1E05A	2250	0,149	0,298
30708F4A00I0IAA	AF IDX SOUL	1457185003	335,6016					44J1E05A	2250	0,149	0,447
30708F4A00I0IAA	AF IDX SOUL	1457185004	335,6016					44J1E05A	2250	0,149	0,597
30708F4A00I0IAA	AF IDX SOUL	1457185005	335,6016					44J1E05A	2250	0,149	0,746
30708F4A00I0IAA	AF IDX SOUL	1457185006	335,6016					44J1E05A	2250	0,149	0,895
30708F4A00I0IAA	AF IDX SOUL	1457185007	335,6016					44J1E05A	2250	0,149	1,044
30708F4A00I0IAA	AF IDX SOUL	1457185008		335,6016				44J1E05A	2250	0,149	1,193
30708F4A00I0IAA	AF IDX SOUL	1457185009		335,6016				44J1E05A	2250	0,149	1,342



30708F4A00I0IAA	AF IDX SOUL	1457185010		335,6016				44J1E05A	2250	0,149	1,492
30708F4A00I0IAA	AF IDX SOUL	1457185011		335,6016				44J1E05A	2250	0,149	1,641
30708H1B00I0IAA	AFD REG SOUL	1457188001		468,3744				44J1E05A	2250	0,208	1,849
30708H1B00I0IAA	AFD REG SOUL	1457188002		468,3744				44J1E05A	2250	0,208	2,057
30708H1B00I0IAA	AFD REG SOUL	1457188003			468,3744			44J1E05A	2250	0,208	2,265
30708H1B00I0IAA	AFD REG SOUL	1457188004			468,3744			44J1E05A	2250	0,208	2,473
30708H1B00I0IAA	AFD REG SOUL	1457188005			468,3744			44J1E05A	2250	0,208	2,682
30708H1B00I0IAA	AFD REG SOUL	1457188006			468,3744			44J1E05A	2250	0,208	2,890
30708H1B00I0IAA	AFD REG SOUL	1457188007			468,3744			44J1E05A	2250	0,208	3,098
30708H1B00I0IAA	AFD REG SOUL	1457188008				468,3744		44J1E05A	2250	0,208	3,306
30708H1B00I0IAA	AFD REG SOUL	1457188009				468,3744		44J1E05A	2250	0,208	3,514
30708H1B00I0IAA	AFD REG SOUL	1457188010				468,3744		44J1E05A	2250	0,208	3,722
30708H1B00I0IAA	AFD REG SOUL	1457188011				468,3744		44J1E05A	2250	0,208	3,931
30708H1B00I0IAA	AFD REG SOUL	1457188012				468,3744		44J1E05A	2250	0,208	4,139
30708H1B00I0IAA	AFD REG SOUL	1457188013					468,3744	44J1E05A	2250	0,208	4,347
30708H1B00I0IAA	AFD REG SOUL	1457188014					156,1248	44J1E05A	2250	0,069	4,416
30708H1C00I0IAA	AFE REG SOUL	1457189001					468,3744	44J1E05A	2250	0,208	4,624
30708H1C00I0IAA	AFE REG SOUL	1457189002					468,3744	44J1E05A	2250	0,208	4,833
30708H1C00I0IAA	AFE REG SOUL	1457189003					156,1248	44J1E05A	2250	0,069	4,902
30708H4B00T0TAA	AFD REG KTB	1457191001					468,3744	44J1E05A	2250	0,208	5,110
30708H4C00T0TAA	AFE REG KTB	1457193001					468,3744	44J1E05A	4500	0,104	5,214
30708G1A00I1IAA	AF RAL SL	1457186021	787,1472					44J1E05C	4500	0,175	0,175
30708G1A00I1IAA	AF RAL SL	1457186022	787,1472					44J1E05C	4500	0,175	0,350
30708G1A00I1IAA	AF RAL SL	1457186023	787,1472					44J1E05C	4500	0,175	0,525
30708G1A00I1IAA	AF RAL SL	1457186024	787,1472					44J1E05C	4500	0,175	0,700
30708G1A00I1IAA	AF RAL SL	1457186025	787,1472					44J1E05C	4500	0,175	0,875
30708G1A00I1IAA	AF RAL SL	1457186026	787,1472					44J1E05C	4500	0,175	1,050
30708G1A00I1IAA	AF RAL SL	1457186027		131,1912				44J1E05C	4500	0,029	1,079
30708G4A00I1IAA	AF RAL SL	1457187001		787,1472				44J1E05C	4500	0,175	1,254
30708G4A00I1IAA	AF RAL SL	1457187002		787,1472				44J1E05C	4500	0,175	1,429
30708G4A00I1IAA	AF RAL SL	1457187003		787,1472				44J1E05C	4500	0,175	1,603
30708G4A00I1IAA	AF RAL SL	1457187004		787,1472				44J1E05C	4500	0,175	1,778
										Fmed	2,057